COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 13 JUILLET 1896.

PRÉSIDÉE PAR M. A. CHATIN.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

HYDRODYNAMIQUE. — *Du régime uniforme dans les canaux rectangulaires larges et dans les tuyaux ou canaux à section circulaire ou demi-circulaire;* par M. J. Boussinesq.

« I. Mais bornons-nous d'abord à l'approximation [1], presque satisfaisante déjà, où l'expression de ε est la seconde (15); ce qui revient à prendre $\psi(r) = 0$, $\Psi(r) = 0$. Alors ces formules (42), où nous diviserons toutefois la deuxième par $\sqrt{2}$, se réduisent à

$$(43) \qquad \frac{1}{\sqrt{b}} = \frac{1}{\sqrt{B}} + \frac{2k}{5}, \qquad \frac{u_m - u}{U\sqrt{2b}} = \frac{\sqrt{2}}{3} k \frac{r^3}{R^3}, \qquad \frac{u_m}{U} = 1 + \frac{4k}{15}\sqrt{b}.$$

» La seconde de celles-ci sera précisément celle que M. Bazin a obtenue

([1]) *Voir* le précédent *Compte rendu*, p. 7.

par l'observation des canaux découverts demi-circulaires, si l'on pose (les unités de temps et de longueur étant la seconde et le mètre)

$$(44)\qquad \frac{\sqrt{2}}{3}k = 21 \qquad \text{ou} \qquad k = \frac{63\sqrt{2}}{2} = 44,55 \qquad \text{et} \qquad \frac{k}{2} = 22,27.$$

» On obtient donc, pour le coefficient $\frac{1}{2}k$ de ζ^2 dans la seconde formule (37), la valeur 22,27, supérieure à 20, comme on l'avait prévu. Toutefois, M. Bazin avait été conduit, par un ensemble d'inductions paraissant assez motivées, à le prendre encore un peu plus fort, jusqu'à 24 environ [1]; c'est bien la valeur que nous lui trouverons à la deuxième approximation.

» II. De plus, l'inverse de $\sqrt{b}$, qui indique combien de fois la vitesse moyenne contient la racine carrée du produit de la pente par le rayon moyen, est, d'après les premières formules (43) et (37) comparées, plus grand dans la section circulaire que dans la section rectangulaire large, mais seulement de $\frac{1}{15}k = 2,97$ ou environ 3 unités; ce qui est peu de chose comparativement au plus petit de ces inverses, dont une assez bonne moyenne, fournie par la valeur usuelle de b pour les grands cours d'eau, 0,0004, attribuée à Tadini, est 50. Donc, pour deux formes de section aussi différentes que la forme rectangulaire large et la forme circulaire ou demi-circulaire, entre lesquelles se placent la plupart de celles de la pratique, les valeurs de b diffèrent à peine; et il est dès lors naturel que l'observation les donne presque les mêmes que celles-là, que celle de la première formule (37) en particulier, dans tous les cas de sections rectangulaires, trapézoïdales, triangulaires, etc., affectées d'angles où se fait sentir plus que dans le cercle l'influence retardatrice des parois.

» III. Toutefois, d'après les anciennes observations de M. Bazin [2], l'écart entre les deux valeurs de l'inverse de $\sqrt{b}$, pour des sections rectangulaires larges et circulaires ou demi-circulaires, devrait être un peu supérieur à 2,97, et probablement voisin de 5.

» En effet, malgré la difficulté qu'on éprouve à réaliser des tuyaux ou canaux de ces deux formes, avec des parois *assez homogènes* pour que les inégalités accidentelles de leur degré de rugosité ne produisent pas, dans l'inverse de $\sqrt{b}$, des variations comparables à celle qu'entraîne la dissemblance même des sections, cependant deux des séries d'expériences de

---

[1] *Recherches expérimentales*, etc., ou *Recherches hydrauliques*, p. 233.

[2] Mêmes *Recherches expérimentales*, etc., p. 98 à 102 et 424 à 435.

M. Bazin, faites sur des canaux à parois polies (respectivement en ciment et en planches), ses séries nos 24 et 26, permettent jusqu'à un certain point la comparaison dont il s'agit ici, principalement la série 26 où le rayon R atteignait $0^m,70$, la plus complète, et signalée par M. Bazin comme de beaucoup la plus régulière. Servons-nous donc, pour déterminer l'écart considéré, des six dernières observations de la série 26, savoir, de celles où la profondeur de l'eau excédait sous l'axe les $\frac{3}{4}$ du rayon R et où, par suite, la forme demi-circulaire était le mieux admissible. Les valeurs de b y varient (p. 102) de 0,000200 à 0,000185, tandis qu'elles auraient varié de 0,000235 à 0,000221 dans certaines sections rectangulaires passablement larges expérimentées par M. Bazin. Leurs deux moyennes respectives sont 0,000193 et 0,0002272, donnant, comme racines carrées de leurs inverses, 71,98 et 66,34. Or la différence de ces deux nombres est 5,64, presque identique à la moyenne, 5,64 ..., des six différences analogues (comprises entre 4,91 et 6,25) fournies séparément par les six observations.

» Et si, pour avoir plus de résultats à combiner en vue d'éliminer les anomalies accidentelles, on prend, tant dans cette série 26 que dans la série 24, toutes les observations où la profondeur de l'eau sous l'axe atteignait au moins les $\frac{2}{3}$ du rayon R, observations au nombre de huit dans la série 26 et de sept dans la série 24, alors les valeurs de b varient respectivement de 0,000211 à 0,000185 et de 0,000245 à 0,000221 dans la série 26, de 0,000153 à 0,000137 et de 0,000169 à 0,000165 dans la série 24, en ayant les deux moyennes générales 0,0001723, 0,0002009, auxquelles correspondent, comme racines carrées de leurs inverses, 76,18 et 70,55. Or la différence de ceux-ci, 5,63, s'écarte bien peu des valeurs précédentes, 5,64; et elle se confond presque aussi avec la moyenne, 5,66..., des quinze différences analogues, calculées séparément d'après les résultats de chacune des observations.

» La vraie grandeur de l'écart considéré serait donc environ 5,64, si les valeurs de b, obtenues par M. Bazin pour ses canaux rectangulaires de plus grande largeur (2^m), étaient rigoureusement applicables à notre cas théorique d'une largeur infinie. Mais on voit, par un tableau relatif aux valeurs expérimentales comparées de b dans des lits rectangulaires plus ou moins larges en planches [1], que, du moins pour des rayons moyens n'excédant pas $0^m,25$, b décroît légèrement quand la largeur grandit; et qu'il se rapproche ainsi de sa valeur dans le cercle, de manière

---

(1) Mêmes *Recherches expérimentales*, etc., p. 97 (séries 18, 19, 20).

à diminuer alors l'écart entre les inverses de leurs racines carrées. Donc cet écart doit, à la limite, être un peu au-dessous de 5,64, d'une fraction assez sensible, pourtant, de sa valeur [1], et approcher environ de 5. Les nouvelles expériences de M. Bazin nous permettront de reconnaître qu'il en est bien ainsi.

» IV. Les dernières formules (37) et (43) montrent que le rapport de la vitesse maxima u_m à la vitesse moyenne U excède très inégalement l'unité suivant la forme de la section, puisque cet excédent varie dans le rapport de $\frac{1}{6}$ à $\frac{4}{15}$, ou de 5 à 8, quand la section devient, de rectangulaire large, circulaire ou demi-circulaire. Aussi, les deux valeurs respectives 7,42 et 11,88 que prend alors, d'après les relations (37) et (43), le nombre K de la formule générale (35), sont-elles, surtout la première, assez éloignées de la valeur, 14, attribuée à ce coefficient par M. Bazin comme moyenne d'un grand nombre de valeurs, fort divergentes en effet, observées dans des sections relativement peu larges de formes variées.

» V. Remarquons encore que la vitesse moyenne U doit, d'après les deux dernières formules (43), se trouver réalisée (ou égaler u), pour $\iota = \sqrt[3]{0,4} = 0,7378$, c'est-à-dire aux $\frac{74}{100}$ environ des rayons R. Or, les récentes observations de M. Bazin montrent que c'est très sensiblement aux $\frac{3}{4}$ des rayons, c'est-à-dire pour $\iota = 0,75$. Nous verrons, en effet, que la mise en compte de la petite fonction $\Psi(\iota)$ accroît d'un peu plus que 0,01 la valeur théorique approchée $\sqrt[3]{0,4}$.

» VI. Mais passons justement, grâce aux récentes expériences de M. Bazin, à cette approximation plus élevée pour le cas de la section circulaire ou demi-circulaire. Les expériences dont il s'agit ont consisté dans la mesure des vitesses, par le tube de Pitot-Darcy, au centre et aux $\frac{1}{8}$, $\frac{2}{8}$, $\frac{3}{8}$, $\frac{4}{8}$, $\frac{5}{8}$, $\frac{6}{8}$, $\frac{7}{8}$, $\frac{15}{16}$ des rayons R, dans une conduite en ciment très lissé (donnant $b = 0,000166$), de $0^m,80$ de diamètre et 80^m de longueur, sur les 40 derniers mètres où régnait l'uniformité du régime; car le rapport de u_m à U y était invariable, 1,1675 à très peu près [2].

» Comme nous déterminons notre coefficient k par la comparaison de

---

[1] Car une diminution relative d'un centième et demi seulement, sur l'inverse de $\sqrt{b}$ dans le rectangle, réduit l'écart d'une unité.

[2] C'est au milieu et aux trois quarts de la longueur qu'ont eu lieu les observations utilisées ici; au premier quart, après un parcours de vingt-cinq fois le diamètre, le rapport de u_m à U n'était encore que 1,12.

la deuxième formule (42) aux résultats d'observation, et que le terme principal $\frac{2}{3} k \tau^3$, seul connu de forme théoriquement, du second membre de cette formule, doit exprimer le mieux possible la fonction empirique de τ (voisine de $21\sqrt{2\tau^3}$) indiquée par les expériences pour représenter le second membre tout entier, il sera naturel de réduire au minimum d'importance le terme correctif $k\Psi(\tau)$, *en annulant sa valeur moyenne par un choix convenable de k.* Et les formules (42) acquerront d'ailleurs ainsi leur plus haut degré de simplicité; car l'intégrale définie qui y figure s'évanouira.

» Mais, d'abord, divisons la seconde équation (42) par $\sqrt{2}$, comme nous avons fait pour avoir la deuxième (43), et appelons $21\tau^3 + \Phi(\tau)$ l'expression empirique du second membre, ou $\Phi(\tau)$ la petite correction indiquée par les nouvelles expériences à l'expression approchée $21\tau^3$ obtenue antérieurement. Nous aurons

$$(45) \qquad \frac{u_m - u}{U\sqrt{2b}} = \frac{\sqrt{2}}{3} k\tau^3 + \frac{k}{\sqrt{2}} \Psi(\tau) = 21\tau^3 + \Phi(\tau).$$

» Les très nombreuses différences $u_m - u$ de vitesse, obtenues par M. Bazin aux diverses distances relatives τ de l'axe [1], donnent (en moyenne), comme valeurs observées de $\Phi(\tau)$,

(46)

Pour $\tau =$	0	0,125	0,250	0,375	0,500	0,625	0,750	0,875	0,9375,
$\Phi(\tau) =$	0	0,34	0,77	1,18	1,50	1,47	0,30	−0,58	0,34.

» On remarquera leur petitesse, en fractions de la vitesse moyenne U, c'est-à-dire quand on les multiplie par $\sqrt{2b} = 0{,}0182$. La plus forte d'entre elles, 1,50, ne correspond en effet, dans la différence $u_m - u$, qu'à 0,027 U, ou à moins de $\frac{3}{100}$ de la vitesse moyenne. Une grande précision dans les mesures était donc nécessaire, même simplement pour déceler l'existence de la petite fonction $\Phi(\tau)$.

» VII. Attribuons à $\Phi(\tau)$ une expression entière, la plus simple possible qui prenne sensiblement les valeurs (46). On voit qu'elle devra s'annuler non seulement pour $\tau = 0$, mais aussi, environ, pour $\tau = 0{,}78$ et pour $\tau = 0{,}92$, c'est-à-dire pour $r = 0{,}85 \pm 0{,}07$, et admettre, par conséquent,

---

[1] Les vitesses au centre elles-mêmes étaient données par la moyenne de plusieurs mesures, prises, l'une, au centre, et, quatre autres, au seizième de la longueur de quatre rayons en croix.

le facteur du second degré

$$(0,78 - \iota)(0,92 - \iota) = (0,85 - \iota)^2 - 0,0049.$$

» En outre, d'après la valeur de $\psi(\iota)$ que donne la relation (41) différentiée, savoir

$$(47) \qquad \psi(\iota) = \frac{\Psi'(\iota)}{2\iota},$$

la fonction $\Psi(\iota)$ contiendra le facteur ι^2, pour que $\psi(\iota)$ reste fini et différent de zéro au centre $\iota = 0$, comme il le faut dans l'expression (16) du coefficient ε de frottement intérieur, qui ne doit y devenir ni nul, ni infini. Donc aussi, d'après (45), $\Phi(\iota)$ aura le facteur ι^2.

» Essayons, par conséquent, si une fonction de la forme

$$(48) \qquad \Phi(\iota) = m\iota^n[(0,85 - \iota)^2 - 0,0049],$$

où n vaudrait 2, pourra convenir. Toutefois, laissons-y l'exposant n encore indéterminé : car, d'après les valeurs empiriques (46) de $\Phi(\iota)$, cette fonction doit devenir maxima vers le milieu du cinquième intervalle, pour ι voisin de 0,56; et s'il fallait un exposant n plus élevé que 2 pour satisfaire à cette condition, on devrait l'adopter de préférence dans (48), afin de reproduire le mieux possible l'ensemble des valeurs (46), et sauf à compléter (48) par une expression analogue où n égalerait 2, afin de tenir compte des circonstances spéciales à la région centrale, c'est-à-dire aux petites valeurs de ι.

» Or, c'est précisément ce qui a lieu. En formant la dérivée de (48), on trouve qu'elle s'annule, abstraction faite des racines $\iota = 0$, pour les deux valeurs de ι qui donnent

$$(49) \qquad \begin{cases} (0,85 - \iota)\left(0,85 - \dfrac{n+2}{n}\iota\right) = 0,0049, \\ \text{ou} \quad n = \dfrac{2\iota(0,85 - \iota)}{(0,85 - \iota)^2 - 0,0049}. \end{cases}$$

» Substituons à ι la valeur approchée 0,56 que nous devons obtenir pour une des racines, et il viendra $n = 4,1010$. On aurait, en excluant les valeurs de n fractionnaires, $n = 4$ pour $\iota = 0,5556$, $n = 3$ pour $\iota = 0,5016$, $n = 2$ pour $\iota = 0,4193$, etc. La situation du maximum se rapproche de l'origine $\iota = 0$ à mesure que l'exposant n décroît; et il faudra le prendre égal à 4, pour que l'adjonction, à (48), d'une expression de même forme,

mais à faible coefficient positif et où $n = 2$, place le maximum encore assez près de $\tau = 0,56$, un peu en deçà, toutefois, de la valeur $\tau = 0,5556$. Nous poserons donc, avec deux coefficients indéterminés, l, m,

$$(50) \qquad \Phi(\tau) = (l\tau^2 + m\tau^4)[(0,85 - \tau)^2 - 0,0049].$$

» VIII. Si nous connaissions bien la situation du maximum, c'est-à-dire la valeur de τ qui annule la dérivée $\Phi'(\tau)$, l'expression de cette dérivée, formée en y séparant les termes en l des termes en m, nous donnerait, par son annulation,

$$(51) \qquad \frac{l}{m} = 2\tau^2 \frac{(0,85 - \tau)(0,85 - \frac{3}{2}\tau) - 0,0049}{(0,85 - \tau)(2\tau - 0,85) + 0,0049},$$

et le calcul numérique du second membre nous permettrait d'éliminer l de (50), où il ne resterait dès lors d'arbitraire que le principal coefficient m.

» Mais il est bien rare que la situation d'un maximum puisse être déterminée empiriquement d'une manière précise; en sorte que nous devrons renoncer à déterminer ainsi aucun de nos deux coefficients l, m. »

PHYSIQUE. — *Sur la loi des états correspondants de Van der Waals et la détermination des constantes critiques*. Note de M. **E.-H. Amagat**.

« La coïncidence des réseaux qui m'a servi à vérifier la loi de Van der Waals, permet une détermination facile des constantes critiques de l'une des substances (B) si celles de l'autre (A) sont connues.

» Les points critiques, en effet, doivent coïncider; si donc les axes des réseaux portent des échelles chiffrées, il n'y aura qu'à lire les valeurs des coordonnées du réseau (B) qui tombent sur les coordonnées critiques du réseau (A), qui sont connues et qu'on pourrait, du reste, tracer spécialement; on aura ainsi les valeurs de p et de pv critiques du corps B; mais il vaut mieux, et cela revient au même, multiplier les valeurs critiques de p et pv du corps A par les rapports de correspondance des échelles sur chaque axe et pris vers les extrémités de ces axes pour rendre minima l'erreur relative de lecture. On aura ainsi la pression et le volume critiques de la substance (B); ce volume critique est celui du poids de matière auquel se rapportent les nombres ayant servi à la construction des courbes; dans

mes Tableaux, c'est le poids d'un litre du corps à l'état gazeux à zéro et sous la pression de 1 atmosphère.

» Pour avoir sa température critique, on procédera ainsi : considérons les ordonnées des points d'intersection des isothermes des deux réseaux avec l'axe des pv, ces ordonnées devront être proportionnelles aux températures absolues, puisque, dans leur ensemble, elles se comportent comme si elles appartenaient au réseau d'un corps unique; du reste, les courbes critiques doivent coïncider; il résulte évidemment de là que la température critique de (B) s'obtiendra en multipliant celle de (A) par le rapport de correspondance des deux échelles sur l'axe des pv.

» On choisira nécessairement pour substance (A) celle dont les constantes critiques expérimentales paraissent pouvoir être déterminées dans les meilleures conditions; j'ai choisi les constantes de l'acide carbonique que j'ai déterminées en 1892 et j'ai trouvé, pour celles de l'éthylène, de l'éther et de l'air les résultats suivants :

	Acide carbonique.	Éthylène.	Éther.	Air.
Température critique...	31°,35	8°,8	195°	—140°,7
Pression critique.......	$72^{atm},9$	$48^{atm},5$	$36^{atm},5$	$35^{atm},9$
Densité critique........	0,464	0,212	0,253	0,344

» L'exactitude de ces résultats dépend, d'abord de celle des constantes de l'acide carbonique, puis de l'appréciation de la meilleure coïncidence qui laisse évidemment une certaine latitude; cependant, la comparaison avec les nombres donnés par divers expérimentateurs semble indiquer une précision du même ordre que celle des déterminations directes et qui peut devenir plus grande dans certains cas particuliers, notamment pour la densité, plus difficile à déterminer que la pression et surtout que la température critiques.

» Il ne faut pas oublier non plus que le groupe de constantes obtenu par une coïncidence est fonction de toutes les parties du réseau qu'il caractérise, et non point, particulièrement, de celles qui avoisinent le point critique; il est même rationnel de moins se préoccuper de la coïncidence des isothermes, trop rapprochées de ce point, que de celles qui l'encadrent de plus loin, dont la détermination présente moins de difficultés.

» On remarquera que les isothermes de l'air paraissent, dans la partie tracée, se comporter comme le feraient celles d'un corps unique; malheureusement ces lignes font défaut dans la région de la liquéfaction et des parties quasi rectilignes caractéristiques; on se trouve ainsi privé de l'examen,

particulièrement intéressant, du cas d'un mélange. Pendant la liquéfaction la proportion des gaz mélangés ne doit point rester la même dans la partie liquéfiée et dans la vapeur saturée; cette proportion peut varier avec la température, l'existence d'un véritable point critique dépend de ces phénomènes; il peut se faire aussi, tout au moins pour les mélanges en certaines proportions, que, la liquéfaction étant continue jusqu'à être complète et le liquide résultant se comprimant comme un corps unique, l'ensemble des isothermes constitue un réseau analogue à celui d'une substance unique satisfaisant à la loi des états correspondants; c'est sous ces réserves, bien entendu, que sont données les valeurs ci-dessus des constantes critiques de l'air.

» M. S. Young, en comparant les tensions de vapeurs de divers corps à des températures correspondantes, en faisant intervenir les températures d'ébullition sous des pressions faibles, et en supposant aux vapeurs saturées les propriétés des gaz parfaits, est arrivé à énoncer la loi suivante :

» *A des températures correspondantes, le produit de la tension d'une vapeur saturée par son volume spécifique, divisé par la température absolue, donne un quotient, le même pour les divers corps.*

» Les variables sont ici exprimées pour tous les corps au moyen des mêmes unités.

» Les considérations que j'ai exposées dans ma dernière Note permettent de démontrer facilement et de généraliser ce résultat. En effet : soient sur les isothermes de deux corps quelconques, à des températures absolues correspondantes T et T', deux points A et B pris sur la première et les deux points correspondants A' et B' sur la seconde; soient $(pu)_A$, $(pv)_B$, $(p'v')_{A'}$ $(p'v')_{B'}$ les ordonnées de ces quatre points; supposons que les pressions p et p', relatives aux points correspondants A et B, soient extrêmement faibles.

» Les ordonnées de A et de B multipliées par un même facteur, convenablement choisi, devront devenir égales aux ordonnées de A' et de B', puisqu'en multipliant ensuite les pressions p et p' par un second facteur convenable, les deux points correspondants A et A' devront coïncider ainsi que B et B'.

» On doit donc avoir

$$\frac{(pv)_A}{(p'v')_{A'}} = \frac{(pv)_B}{(p'v')_{B'}}.$$

» Or, d'après le choix des pressions correspondantes, les ordonnées $(pv)_A$ et $(p'v')_{A'}$ peuvent être considérées comme superposées à l'ordonnée

initiale; du reste, pendant la coïncidence, ces ordonnées peuvent être considérées comme appartenant à un corps unique; elles sont donc proportionnelles aux températures absolues T et T′. On a donc

$$\frac{(pv)_B}{(p'v')_{B'}} = \frac{T}{T'}.$$

» Soit, en général,

$$\frac{pv}{T} = \text{const.}$$

» On voit que la loi de M. S. Young ne s'applique pas seulement aux tensions maxima (et, par suite, au point critique comme limite); elle est vraie pour deux points correspondants quelconques; il n'est nécessaire, pour la démontrer, d'aucune hypothèse relativement aux lois suivies par les vapeurs saturées. Des remarques analogues pourraient, du reste, être faites au sujet de diverses lois relatives aux états correspondants, auxquelles on est arrivé par des artifices spéciaux; toutes ces lois sont comprises, et la plupart de toute évidence, dans le fait de la coïncidence des réseaux. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

PHYSIOLOGIE. — *Sur une méthode nouvelle de détermination des distances respectives des centres de localisations cérébrales.* Note de M. CHARLES HENRY [1]. (Extrait.)

(Commissaires : MM. Marey, Lippmann, Mascart.)

« Le nombre maximum de numéros d'ordre de sensations que l'on peut faire évanouir par des efforts musculaires intenses et prolongés est le même (sept) pour la sensibilité auditive que pour la sensibilité lumineuse; mais le nombre de sensations auditives que l'on peut faire évanouir *pour un même effort musculaire* est plus grand que le nombre des sensations visuelles dans le rapport de 2,5 à 1.

» Généralisant une conception simplificatrice, exposée dans ma Communication du 8 juin et vérifiée dans ses conséquences par l'analyse thermochimique, j'assimile les centres et les conducteurs optique et acoustique à des circuits de piles, ramifiés au circuit de la pile psycho-motrice par des fils d'aller et de retour, dont les longueurs sont précisément égales aux

(1) Travail du laboratoire de Physiologie des sensations, à la Sorbonne.

distances respectives du centre auditif et du centre visuel au centre psychomoteur, et je me pose ce problème : *Déduire le rapport de ces distances du rapport des pertes respectives de sensations pour un même effort.*

» Appliquant les lois de Kirchhoff sur les courants dérivés, posant : 1° que les pertes de sensations, considérées dans les périodes de croissance et de constance de la pile psychomotrice, sont proportionnelles aux différences d'énergie qui caractérisent chacune des piles sensorielles suivant que la pile psychomotrice fonctionne ou non; 2° admettant que les résistances et les forces électromotrices des différentes piles sensorielles sont sensiblement les mêmes, ainsi que la conductibilité et la section des fils de jonction, j'arrive à cette conséquence que *le rapport des distances respectives des centres au centre psycho-moteur est inversement proportionnel aux pertes de sensations pour un même effort,* c'est-à-dire que le centre auditif est plus rapproché que le centre visuel du centre psycho-moteur, dans le rapport de 1 à 2,5.

» L'anatomo-pathologie localise dans la première temporale le centre auditif, dans le lobule lingual et la scissure calcarine le centre visuel, dans la région rolandique moyenne le centre des mouvements du bras; or, si l'on mesure sur la *feuille* 8 d'*Autopsie* du Dr Déjérine, complétée par la *fig.* 376 de l'*Anatomie des centres nerveux* de M. et Mme Déjérine, la longueur du faisceau arqué reliant la troisième frontale et la première temporale, on trouve 6cm environ; d'autre part, sur la *fig.* 221 de ce bel Ouvrage, on trouve, pour la distance comprise entre la pointe occipitale et la région rolandique moyenne, 13cm; c'est-à-dire, pour le rapport cherché, 2,16, nombre remarquablement concordant avec le nombre calculé 2,5. La méthode peut être généralisée. »

M. Marcellin Langlois adresse un second Mémoire portant pour titre : « Nouvelle théorie capillaire. Tension superficielle de la glace. Origine de la tension superficielle de la molécule d'eau. Unités thermochimiques relatives aux éléments de l'eau, Volumes moléculaires. Congélation ».

(Commissaires précédemment nommés : MM. Friedel, Potier, Sarrau.)

M. A. Graby adresse un Mémoire intitulé : « Fixage des photographies en couleurs sur papier ».

(Commissaires : MM. Lippmann, Mascart, H. Becquerel.)

M. L. Gardère adresse un Mémoire intitulé : « Navigation aérienne. Aviation. Machine volante ».

(Envoi à la Commission des aérostats.)

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Le tome X de la collection « The collected mathematical papers of *Arthur Cayley* »;

2° Une brochure de M. *L.-E. Bertin,* intitulée « Amplitude du roulis sur houle non synchrone ».

Le Président du Congrès international de Pêches maritimes, d'Ostréiculture et d'Aquiculture marine invite l'Académie à se faire représenter à ce Congrès qui doit avoir lieu aux Sables-d'Olonne, du 3 au 7 septembre 1896.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les équations différentielles du premier ordre. Réponse à M.* Korkine. Note de M. P. Painlevé.

« Je demande à l'Académie la permission de répondre quelques mots à la Note de M. Korkine me concernant.

» Dans une Note du 8 juin 1896, j'ai rappelé, à propos d'une Communication antérieure de M. Korkine, quelques résultats que j'ai obtenus sur les équations du premier ordre. Ces résultats, que j'ai résumés succinctement dans une Note du 18 janvier 1892, ont été développés dans les Leçons que j'ai professées à Stockholm (10e et 11e Leçons), leçons qui, autographiées, sont depuis le mois de novembre entre les mains des étudiants de Stockholm.

» La première question que je pose est la suivante :

» *Étant donnée une équation*

$$(1) \qquad \frac{dy}{dx} = \frac{P(y,x)}{Q(y,x)} = \frac{a_p y^p + \ldots + a_1 y + a_0}{y^q + b_{q-1} y^{q-2} + \ldots + b_0},$$

où les a, b sont des fonctions analytiques quelconques de x, 1° *reconnaître si l'intégrale de cette équation est de la forme*

$$(2) \qquad h(x)[y-g_1(x)]^{\lambda_1}[y-g_2(x)]^{\lambda_2}\ldots[y-g_n(x)]^{\lambda_n} = \text{const.},$$

où n est un entier DONNÉ, *les λ des constantes numériques inconnues, h et les g des fonctions inconnues de x;* 2° *déterminer h et les g en fonction des a, b.*

» La méthode que j'emploie repose sur cette remarque bien simple : Quand l'intégrale de (1) est de la forme (2), le binome $P\,dx - Q\,dy$ admet un dernier multiplicateur $M(y, x)$, qui est *le quotient, par le polynome* $(y-g_1)\ldots(y-g_n)$, *d'*un polynome en y de degré $n-(q+1)$ au plus [1].

» *S'il n'existe qu'un tel multiplicateur, les $g(x)$ sont donnés algébriquement en fonction des coefficients a, b de* (1) ; *h est donné par une quadrature logarithmique.*

» *S'il existe au moins deux tels multiplicateurs distincts,* l'intégrale $y(x)$ de (1) prend au plus $(2n-q-1)$ valeurs autour des points critiques mobiles. *L'équation* (1) *se ramène alors algébriquement à une équation de Riccati;* y vérifie une relation de la forme

$$\frac{H(y,x)}{K(y,x)} = u, \qquad \text{avec} \qquad \frac{du}{dx} = \alpha u^2 + \beta u + \gamma,$$

H et K étant deux polynomes en y de degré ν ($\nu \leqq 2n-q-1$), dont les coefficients, ainsi que α, β, γ dépendent *rationnellement* des coefficients a, b de l'équation (1).

» Si l'on restreint le problème précédent en supposant h égal à 1, on a ce théorème :

» *Quand l'intégrale d'une équation* (1) *donnée est de la forme*

$$[y-g_1(x)]^{\lambda_1}\ldots[y-g_n(x)]^{\lambda_n} = C,$$

les $g(x)$ s'obtiennent algébriquement ou par une ou par deux quadratures. Ils n'exigent qu'une quadrature au plus si $\lambda_1 + \ldots + \lambda_n$ est nul, ou encore si l'on a $p \leqq q$.

» *Quand, h étant quelconque, tous les λ sont distincts, les g s'obtiennent algébriquement et h par une quadrature logarithmique*, à moins que l'équation (1) ne soit précisément *une équation de Riccati*. Quand, *h étant égal à* 1,

---

(1) Les mots soulignés ont été omis à l'impression dans ma Note du 6 juin, et M. Korkine a raison de dire qu'il n'existe évidemment pas en général de polynome multiplicateur. Pour rectifier cet erratum assez apparent, il suffisait de se reporter aux *Comptes rendus* de janvier 1892.

tous les λ *sont distincts*, les g s'obtiennent *algébriquement* [la seule équation *linéaire* exceptée $y' = a_1(x)y + a_0(x)$].

» Il est remarquable que les $g(x)$ soient donnés algébriquement en fonction des coefficients de (1), sauf dans le cas où la forme (2) peut être ramenée à une forme irréductible analogue où les λ sont des nombres *entiers* (positifs ou négatifs).

» J'ajoute que ma méthode permet, à l'aide d'un *nombre fini d'opérations algébriques*, de reconnaître si l'intégrale d'une équation (1) donnée est de la forme (2), où n est donné. Bien plus, elle permet de traiter le même problème *sans que n soit donné*, mais avec la seule restriction que $g_1, \ldots, g_n$ ne s'expriment pas algébriquement à l'aide des coefficients de (1).

» J'arrive aux objections de M. Korkine : M. Korkine me fait dire que *les g s'obtiennent algébriquement dans tous les cas où* $h \equiv 1$. Non seulement cette erreur n'est contenue nulle part dans ma Note du 8 juin, mais elle est en contradiction formelle avec les théorèmes énoncés. J'ai dit seulement que, *quand h est égal à* 1 *et* LES λ TOUS DISTINCTS, *les g s'obtiennent algébriquement* [1]. Au sujet de cette dernière proposition, et de la possibilité de reconnaître si une équation (1) est de l'espèce en question, M. Korkine ajoute : « Bien que ce théorème n'ait aucun rapport avec mon problème, » il semble que c'est là encore un *malentendu* de l'auteur ». Je ne sais ce que M. Korkine entend par *malentendu;* je sais seulement que ce théorème, comme les précédents, est exact.

» La seule rectification que j'aie à faire est la suivante : ayant mal lu une phrase de la Note de M. Korkine, j'avais cru qu'il spécifiait expressément que les λ d'une part et les g d'autre part étaient distincts, alors qu'il suppose seulement les λ différents de zéro et les g distincts. C'est pourquoi j'ai dit qu'on rentrait dans le cas traité par M. Korkine en supposant h égal à 1 et les λ distincts. En réalité, j'aurais dû dire :

» *La forme d'intégrale considérée par M. Korkine est la forme* (2) *où h* » *est égal à* 1. *M. Korkine suppose de plus* $p \leqq q$. *Les fonctions* $g_1, \ldots, g_n$ » *s'obtiennent dans ce cas, d'après ce qui précède, en fonction des coefficients* » *de* (1) *soit algébriquement, soit par une quadrature.* »

» Passons à la question inverse : appelons *degré r* du coefficient différentiel de (1) le plus grand des deux nombres q et $p - 2$, et proposons-nous de déterminer *toutes les équations* (1) *de degré donné r dont l'intégrale se laisse mettre sous la forme* (2) *où l'entier n et les exposants* λ *sont donnés.*

---

(1) La seule équation linéaire exceptée.

Ma méthode conduit immédiatement à la réponse suivante : *On sait* (*pour* n *donné*) *former un nombre fini de types*

$$(1)' \qquad \frac{dy}{dx} = \frac{a_{r-1}y^{r-1} + \ldots + a_1 y + a_0}{y^r + b_{r-1}y^{r-1} + \ldots + b_1 y + b_0},$$

où les coefficients a, b *sont donnés par* $2r$ *relations* (*connues explicitement*) *en fonction de* r *fonctions arbitraires,* (*soit* $b_0, \ldots, b_{r-1}$), *de leurs dérivées premières des exposants* λ, *et de paramètres arbitraires* C_1, C_2, ... *en nombre au plus égal à* $n - r - 1$. *Toutes les équations* (1) *cherchées s'obtiennent en effectuant sur* y, *dans ces types* (1)', *la transformation homographique la plus générale* $y = \dfrac{u(x)y + v(x)}{y - w(x)}$, *si* $\Sigma\lambda = 0$, *ou la transformation linéaire la plus générale si* $\Sigma\lambda \neq 0$. Les valeurs des paramètres C_1, C_2, ... sont les valeurs *remarquables* de la constante d'intégration C (*loc. cit.*).

» Comme il était évident que la question ainsi posée était résoluble *algébriquement* (sous une forme ou sous une autre), j'avais insisté sur le problème *plus difficile* où l'on assujettit les coefficients des équations (1) cherchées à appartenir *à une classe donnée de fonctions* (par exemple à la classe des fonctions *rationnelles en* x), problème dont je donne également une solution explicite et complète.

» En définitive, si on laisse de côté les rapports plus ou moins étroits qui peuvent exister entre les recherches de M. Korkine et les miennes, je n'ai rien à changer à ma Communication du 8 juin. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les groupes de substitutions.* Note de M. G.-A. Miller, présentée par M. Picard.

« A. J'ai examiné récemment tous les groupes possibles d'ordre $8p$, p étant un nombre premier quelconque > 2, et j'ai trouvé qu'il n'y en a que deux qui n'existent que si $p - 1$ est divisible par 4 sans être divisible par 8. Le groupe désigné par G_{8p}^7 dans l'énumération de ces groupes, faite par M. Levavasseur [1], doit donc être laissé de côté.

» A cette exception près, j'ai trouvé le même nombre de groupes que M. Levavasseur; c'est-à-dire, 15 si $p - 1$ est divisible par 8, 14 si $p - 1$ est divisible par 4 sans être divisible par 8, 12 si $p - 1$ n'est pas divisible par 4. Chacun d'eux contient un sous-groupe invariant d'ordre p.

---

(1) *Comptes rendus*, t. CXXII, p. 516.

» Il y a toutefois exception pour les ordres 24 et 56. Dans ces deux cas particuliers, il y a, en outre, des groupes qui ne contiennent pas un sous-groupe invariant d'ordre p. Il est possible de représenter chacun d'eux par un, et un seul, groupe transitif de degré 8 ([1]). Il y a donc 15 groupes d'ordre 24 et 13 groupes d'ordre 56, comme l'annonce M. Levavasseur.

» B. La formule suivante donne le nombre des groupes de substitutions (transitifs et intransitifs) dont l'ordre est le produit de deux nombres premiers p et q $(p > q)$.

» Si $p - 1$ est divisible par q

$$N = (k+1)(k+2) - m.$$

» Si $p - 1$ n'est pas divisible par q

$$N = \frac{1}{2}(k+1)(k+2) - m_1,$$

N étant le nombre total de groupes et k la plus grande des valeurs de z qui satisfait à l'équation suivante

$$n - pqz = px + qy,$$

n désignant le degré des groupes et x, y, z représentant des nombres entiers positifs quelconques.

» m est égal à 3 si n est divisible par pq; il est égal à 2 si n est divisible par q sans être divisible par p, et si n est divisible par p sans être divisible par q, enfin nul si n n'est pas divisible par p ou par q.

» m_1 est égal à 2 si n est divisible par pq et, si n est divisible par p ou par q sans être divisible par pq, il est nul si n n'est pas divisible par p ou par q. »

---

(1) Cf. Cole, *Quarterly Journal of Mathematics*, t. XXVI, p. 374 et 375; Miller, *Bulletin of the American Mathematical Society*, t. III, p. 168. Il est singulier que l'énumération faite par M. Cayley (*Quarterly journal of Mathematics*, t. XXV, p. 140 et 141) ne contient aucun groupe transitif de ces ordres. L'énumération plus ancienne faite par M. Kirkman (*Proceedings of the Litterary and Philosophical Society of Manchester*, 1863, contient 3 de ces groupes.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la fonction* $\zeta(s)$. Note de M. **Hadamard**, présentée par M. Appell.

« Dans ma Note du 22 juin dernier, je donne, pour la démonstration de la loi asymptotique d'Halphen, un raisonnement qui n'est pas irréprochable : on éprouverait, en effet, quelque difficulté à reconnaître que l'intégrale $\int \frac{x^z}{z^h} \frac{\zeta' z}{\zeta z} dz$, prise le long de la parallèle CD (p. 1472, ligne 3 par en bas) à l'axe imaginaire, est infiniment petite par rapport à x. Il y a lieu, en conséquence, de modifier le contour d'intégration : ce contour ne coïncidera avec CD que dans une portion finie; il s'infléchira ensuite du côté des x négatifs.

» La Note en question devant être développée dans un travail ultérieur, je me contente de cette indication, destinée à empêcher les doutes qui pourraient naître relativement à la validité de la démonstration. »

MÉCANIQUE. — *Sur le déplacement de l'axe de rotation d'un corps solide dont une partie est rendue momentanément mobile par rapport au reste de la masse.* Note de MM. **Edmond** et **Maurice Fouché**, présentée par M. Sarrau.

« Nous nous proposons d'établir qu'étant donné un système matériel sur lequel n'agit aucune force extérieure, en mouvement autour de son centre de gravité, ce mouvement s'effectuant d'abord comme si le système était solide, on peut, par *un cycle d'opérations fermé*, c'est-à-dire en ramenant finalement le système à sa forme primitive, et en ne faisant intervenir que des *forces intérieures* au système, arriver à faire prendre à l'axe de rotation du système une position relative qu'il n'aurait jamais pu prendre si le système était demeuré invariable.

» Soient A, B, C les moments principaux d'inertie du système; celui-ci se déplaçant à la façon d'un corps solide, sans subir l'action d'aucune force extérieure, l'extrémité de l'axe instantané de rotation dont les coordonnées, par rapport aux trois axes principaux d'inertie, sont p, q, r, décrit dans le corps une courbe qui est l'intersection de deux ellipsoïdes :

» 1° L'ellipsoïde des quantités de mouvement :

$$A^2 p^2 + B^2 q^2 + C^2 r^2 = k^2,$$

qui reste invariable ou qui, du moins, redevient le même à la fin du cycle, et 2° l'ellipsoïde des forces vives

$$Ap^2 + Bq^2 + Cr^2 = h^2,$$

homothétique à l'ellipsoïde central.

» Il suffit donc de montrer qu'on peut faire varier la force vive h^2 du système ou, ce qui revient au même, qu'on peut trouver un cycle fermé dans lequel le travail total des forces intérieures ne soit pas nul. Considérons un corps formé de deux parties solides P et Q, et supposons qu'on fasse subir à Q un déplacement relatif par rapport à P, pour le ramener finalement dans sa position relative primitive, ce qui constitue un *cycle* pouvant être réalisé par l'emploi de forces intérieures agissant entre P et Q.

» Le déplacement total de Q peut être considéré comme la résultante du déplacement d'entraînement et du déplacement relatif par rapport à P. Or la partie du travail de toutes les forces intérieures qui correspond d'une part au déplacement de P et d'autre part au déplacement d'entraînement de Q est nulle, puisqu'on y considère des déplacements qui sont ceux d'un solide invariable. Il suffit donc de considérer le travail correspondant au déplacement *relatif* de Q. Pour évaluer ce travail, remarquons que l'accélération d'un point de Q peut se décomposer en trois parties : 1° l'accélération d'entraînement φ_e; 2° l'accélération relative φ_r; 3° l'accélération centripète composée φ_c; en multipliant ces trois accélérations par la masse du point, nous aurons les trois composantes $m\varphi_e$, $m\varphi_r$, $m\varphi_c$ de la force qui agit sur ce point. Or l'accélération centripète composée étant constamment perpendiculaire à la vitesse relative, la force $m\varphi_c$ ne peut donner lieu à aucun travail.

» Les forces $m\varphi_r$ ne donneront pas non plus de travail dans un *cycle fermé*, car la somme des travaux de toutes ces forces est égale à la variation de la demi-force vive relative, et cette force vive est nulle au début et à la fin du cycle. Il ne reste donc pas d'autre travail que celui des forces $m\varphi_e$ *dans le déplacement relatif de* Q. Comme il n'y a aucune relation nécessaire entre le mouvement initial du système d'où dépendent les accélérations d'entraînement, et le déplacement relatif de Q qui est totalement arbitraire à la seule condition de former un cycle fermé, on conçoit que le travail ne soit pas nul dans le cas général.

» Pour préciser davantage supposons que la partie Q soit un corps de révolution autour de l'axe Ox. Désignons par A, B, C les moments principaux d'inertie de l'ensemble, par α le moment d'inertie de Q par rapport

à Ox, par p, q, r les trois composantes de la rotation de P, et par ω la vitesse *relative*, autour de Ox, de Q par rapport à P. Si l'on écrit que la variation de la somme des moments des quantités de mouvement par rapport à chacun des trois axes est nulle, on obtient les trois équations

$$(1) \quad \begin{cases} A\,dp + (C - B)\,qr\,dt = -\alpha\,d\omega, \\ B\,dq + (A - C)\,rp\,dt = -\alpha\omega\,r\,dt, \\ C\,dr + (B - A)\,pq\,dt = +\alpha\omega\,q\,dt. \end{cases}$$

» La force vive du système a pour expression

$$h^2 = (A - \alpha)\,p^2 + \alpha(p + \omega)^2 + B\,q^2 + C\,r^2,$$

dont la demi-différentielle peut s'écrire

$$h\,dh = Ap\,dp + Bq\,dq + Cr\,dr + \alpha p\,d\omega + \alpha\omega(dp + d\omega).$$

» Mais, d'après les équations (1), la somme des quatre premiers termes est nulle et il reste

$$h\,dh = \alpha\omega(dp + d\omega),$$

ou, en tirant dp de la première des équations (1) :

$$h\,dh = \alpha\omega\left[\left(1 - \frac{\alpha}{A}\right)d\omega + \frac{B - C}{A}\,qr\,dt\right].$$

» L'intégrale contiendra un terme en ω^2 qui s'annule au début et à la fin du cycle, et la variation de h^2 est représentée par

$$h_1^2 - h_0^2 = \frac{(B - C)\alpha}{A}\int_{t_0}^{t_1}\omega\,qr\,dt,$$

quantité qui n'est pas nulle, en général, car on peut supposer ω assez petit pour que les variations de q et r soient elles-mêmes aussi petites qu'on voudra, de sorte qu'on peut trouver des cycles dans lesquels ω, q et r auront constamment le même signe.

» La constante des quantités de mouvement restant invariable dans tous les cas, la force vive h^2 présente un minimum qui correspond au cas où le solide tourne autour du petit axe de l'ellipsoïde central. Dans ce cas, qui est celui de la Terre, on ne pourra pas *diminuer* la force vive du système, c'est-à-dire qu'il faudra *dépenser du travail* pour déplacer l'axe de rotation. Pour toute autre position initiale de l'axe instantané, on disposera d'une certaine quantité de force vive susceptible d'être transformée en travail.

» Dans un prochain travail, nous indiquerons comment on peut trouver des cycles permettant d'amener l'axe instantané de rotation dans telle position relative qu'on voudra, et nous montrerons comment on pourrait, en entretenant un mouvement convenable d'une partie du système, obtenir une rotation permanente du reste de la masse autour d'un axe qui ne serait pas un axe principal d'inertie. »

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Sur l'équilibre d'élasticité d'un corps tournant.* Note de M. L. Lecornu, présentée par M. Boussinesq.

« Lorsqu'un solide homogène de révolution tourne autour de son axe, le déplacement éprouvé par chaque élément, sous l'action de la force centrifuge, est évidemment dirigé dans le plan méridien et indépendant de l'orientation de ce dernier. Si l'on désigne par x et y les distances initiales de l'élément considéré à l'axe de rotation et à un plan fixe perpendiculaire à cet axe, par u et v les variations éprouvées par x et y, par ω la vitesse angulaire, par ρ la densité, par $4M$ le produit $\omega^2\rho$, par θ la dilatation cubique, égale à $\frac{u}{x}+\frac{du}{dx}+\frac{dv}{dy}$, enfin, par φ la différence $\frac{dv}{dx}-\frac{du}{dy}$, et si λ, μ sont les coefficients d'élasticité; on trouve les deux équations

$$(1)\qquad \left\{\begin{aligned} &(\lambda+2\mu)\frac{d\theta}{dx}-\mu\frac{d\varphi}{dy}+4Mx=0,\\ &(\lambda+2\mu)\frac{d\theta}{dy}+\mu\left(\frac{\varphi}{x}+\frac{d\varphi}{dx}\right)=0.\end{aligned}\right.$$

» Les tensions normales sont

$$\left\{\begin{aligned} &N_1=\lambda\theta+2\mu\frac{du}{dx} \quad \text{dans le sens du rayon},\\ &N_2=\lambda\theta+2\mu\frac{u}{x} \quad \text{perpendiculairement au méridien},\\ &N_3=\lambda\theta+2\mu\frac{dv}{dy} \quad \text{parallèlement à l'axe}.\end{aligned}\right.$$

» Une seule des tensions tangentielles n'est pas nécessairement nulle: c'est celle qui a pour valeur $T=\mu\left(\frac{dv}{dx}+\frac{du}{dy}\right)$, et qui s'exerce, d'une part, dans le plan perpendiculaire à l'axe, parallèlement au rayon, d'autre part, dans le plan perpendiculaire au rayon, parallèlement à l'axe. Le problème de l'équilibre d'élasticité d'un pareil solide consiste à trouver des valeurs

u et v satisfaisant aux équations (1) et telles que, pour tout élément de la surface libre, la tension normale et la tension tangentielle soient nulles. Il y a un cas particulier pour lequel la solution est d'une simplicité remarquable.

» Appelons k une constante, provisoirement quelconque, et posons

$$(2)\quad \begin{cases} (\lambda+\mu)u = \quad kx - \dfrac{M(\lambda+2\mu)}{8\mu}x^3 - \dfrac{M\lambda}{2\mu}xy^2, \\ (\lambda+\mu)v = -2k\dfrac{\lambda}{\lambda+2\mu}y + \dfrac{M\lambda}{2\mu}x^2y + \dfrac{M\lambda^2}{3\mu(\lambda+2\mu)}y^3; \end{cases}$$

d'où l'on tire

$$(\lambda+\mu)\,\theta = 4k\frac{\mu}{\lambda+2\mu} - Mx^2 - \frac{2M\lambda}{\lambda+2\mu}y^2,$$

$$(\lambda+\mu)\,\varphi = 2\,\frac{M\lambda}{\mu}xy.$$

» Les équations (1) sont vérifiées; et l'on a en outre

$$(3)\quad \begin{cases} (\lambda+\mu)N_1 = 2k\dfrac{\mu(3\lambda+2\mu)}{\lambda+2\mu} - M\dfrac{(7\lambda+6\mu)}{4}x^2 - \dfrac{M\lambda(3\lambda+2\mu)}{\lambda+2\mu}y^2, \\ (\lambda+\mu)N_2 = 2k\dfrac{\mu(3\lambda+2\mu)}{\lambda+2\mu} - M\dfrac{(5\lambda+2\mu)}{4}x^2 - \dfrac{M\lambda(3\lambda+2\mu)}{\lambda+2\mu}y^2, \\ N_3 = 0, \qquad T = 0. \end{cases}$$

» La tension normale n et la tension tangentielle t qui s'exercent sur un élément superficiel perpendiculaire au méridien, dont la normale forme un angle α avec l'axe, ont pour valeurs (N_3 et T étant nuls)

$$n = N_1\cos^2\alpha, \qquad t = N_1\sin\alpha\cos\alpha;$$

on voit d'après cela que la surface pour laquelle $N_1 = 0$ remplit les conditions voulues pour jouer le rôle de surface libre. Cette surface est un ellipsoïde de révolution allongé, tel que le rapport entre le carré du diamètre équatorial et le carré du diamètre polaire soit égal à $\frac{4\lambda(3\lambda+2\mu)}{(\lambda+2\mu)(7\lambda+6\mu)}$, valeur dépendant uniquement du rapport des coefficients d'élasticité. Dans l'hypothèse $\lambda = \mu$, ce rapport devient $\frac{20}{39}$, ou sensiblement $\frac{1}{2}$. Le rayon de courbure du méridien, à la rencontre de l'équateur, est alors égal au diamètre équatorial. La constante k, laissée jusqu'ici arbitraire, permet de choisir à volonté l'un des diamètres.

» La discussion des formules qui précèdent conduit à des conséquences nombreuses. On voit, par exemple, que les plans des parallèles se transforment sensiblement en paraboloïdes tournant leur convexité vers l'équateur et que les droites parallèles à l'axe deviennent sensiblement des paraboles tournant leur concavité vers l'axe. On voit aussi que N_2 surpasse N_1 et que la différence $N_2 - N_1$ est égale à $\frac{\lambda + 2\mu}{2\lambda + 2\mu} M x^2$. La valeur maxima de N_2 se réalise au centre et elle est égale à $MR^2 \times \frac{7\lambda + 6\mu}{4\lambda + 4\mu}$, R étant le rayon équatorial.

» Mais un fait surtout mérite d'appeler l'attention. N_3 et T étant nuls, si l'on découpe l'ellipsoïde en tranches parallèles à l'équateur, chacune de ces tranches est individuellement en équilibre. Prenons en particulier le volume compris entre la surface de l'ellipsoïde et deux plans parallèles à l'équateur et symétriques par rapport à ce dernier. Nous obtenons l'état d'équilibre d'une meule plate, à profil latéral convenablement arrondi. Les résultats peuvent même s'étendre approximativement à une meule cylindrique, pourvu que l'épaisseur e de cette meule ne soit pas trop grande par rapport à son diamètre $2R$. Il convient en pareil cas de choisir la constante k, et par suite le rayon équatorial R' de l'ellipsoïde, de telle manière qu'en appliquant les formules précédentes on trouve, pour les tensions N_1 exercées le long d'une génératrice de la surface cylindrique de la meule, une résultante nulle, ce qui donne $R'^2 = R^2 + \frac{e^2}{3} \frac{\lambda(3\lambda + 2\mu)}{(\lambda + 2\mu)(7\lambda + 6\mu)}$. Cette condition étant remplie, les forces fictives qu'il faudrait exercer sur le contour pour rentrer dans le cas résolu s'équilibrent d'elles-mêmes pour chaque bande élémentaire comprise entre deux génératrices consécutives du cylindre et dès lors on peut admettre, comme on le fait pour le problème de Saint-Venant, que les effets perturbateurs de ces forces, d'ailleurs très petites, disparaissent à une faible distance du contour de la meule. L'hypothèse est d'autant plus satisfaisante, en pratique, que les fortes tensions n'existent guère qu'au voisinage de l'axe.

» On rencontre dans l'industrie des meules possédant un diamètre de 1^m, une épaisseur de 20^{cm}, et tournant avec une vitesse circonférencielle de 30^m par seconde. En faisant, dans ces conditions, $\lambda = \mu$, on trouve que la flèche de l'arc d'ellipse substitué au méridien rectiligne n'est que de 5^{mm} et que R' n'excède R que d'un sixième de centimètre. Si le poids spécifique est égal à 2,5, les tensions N_1 et N_2 dépassent au centre 9^{kg} par centimètre

carré : efforts déjà considérables pour une substance gréseuse, et qu'il serait imprudent d'augmenter. »

PHYSIQUE. — *Sur une représentation graphique des ondes lumineuses.* Note de M. G. VERT.

« Les ondes, que nous appelons *lumineuses* quand elles sont comprises dans les étroites limites de longueur et de fréquence qui leur permettent d'impressionner notre rétine, sont loin d'être homogènes, c'est-à-dire que leur ondulation est loin d'être formée d'une seule longueur d'onde. Elles présentent au contraire, comme les vibrations sonores, des ondes simultanées, de longueur et fréquence liées par des rapports simples, et dont les phases forment, par leur correspondance, un cycle hélicoïdal. Ces phases peuvent être représentées graphiquement de la manière suivante.

» On circonscrit une hélice à un cylindre, et l'on écrit, à intervalles égaux, le long de cette hélice, les longueurs d'onde consécutives mesurées en unités quelconques, mais égales, et formant série continue de 0 à ∞. Ces longueurs d'onde doivent former progression arithmétique, et se trouver disposées de telle sorte que toutes celles qui sont comprises dans les limites de la visibilité, de l'infra-rouge à l'ultra-violet, soient sur une même spire, et leur projection, par conséquent, sur une même circonférence, en série continue.

» Si l'on coupe le cylindre par un plan diamétral, tous les nombres rencontrés d'un même côté du cylindre par la trace de ce plan égalent la demi-somme des deux nombres rencontrés par l'autre trace sur le même tour de spire, au-dessus et au-dessous du premier.

» Les longueurs d'onde situées sur une même trace représentent les phases qui peuvent exister simultanément dans une même ondulation; les autres, situées sur la trace diamétrale, en diffèrent d'une demi-période.

» Remarquons que, quel que soit le nombre des phases simultanées, une seule à la fois peut être sensible à la rétine.

» Si nous plaçons, en correspondance, avec les longueurs d'onde de la spire de visibilité, les couleurs correspondantes du spectre, nous pourrons les projeter en cercle continu sur un plan, et nous obtiendrons le cercle chromatique de Chevreul. Nous comprendrons ainsi la continuité du rouge et du violet, séparés pourtant par une période entière. Nous compren-

drons aussi les lois de Chevreul, basées sur l'accord et la dissonance des phases.

» Nous aurons, enfin, une explication de la substitution de la couleur par sa complémentaire, dans les impressions rétiniennes persistantes. Pour une cause à déterminer, les phases, reproduites par la persistance, dans les terminaisons du nerf optique, du mouvement dû à l'ébranlement extérieur, baissent d'une demi-période.

» Notons seulement que les lois qui régissent les rapports de simultanéité et de succession des phases d'une même série nous sont encore inconnues. »

PHYSIQUE. — *Sur la vérification du théorème des états correspondants.* Note de M. C. **Raveau**.

« M. Amagat a indiqué, pour la vérification du théorème des états correspondants, une méthode doublement intéressante, en ce qu'elle n'exige pas la connaissance des constantes critiques, et qu'elle permet d'utiliser directement, avec le degré d'approximation de leur tracé, les courbes qui traduisent les résultats expérimentaux; la méthode suivante, qui présente les mêmes avantages, pourra peut-être rendre quelques services.

» Pour passer du réseau des isothermes d'un corps à celui d'un autre, il faut multiplier les ordonnées et les abscisses de chacun des points par des facteurs constants, c'est-à-dire qu'il faut ajouter à leurs logarithmes deux constantes. Supposons que, au lieu de prendre pour coordonnées d'un point pv et p, par exemple, comme le fait M. Amagat, on porte sur les axes les logarithmes de ces quantités; on passera d'un point au point correspondant en augmentant son abscisse et son ordonnée de deux constantes, c'est-à-dire qu'on passera d'une courbe à la correspondante par une simple translation. En d'autres termes, si le théorème de Van der Waals se vérifie, les réseaux qu'on obtiendra pour les différents corps seront superposables. La possibilité de cette superposition sera facile à constater, soit qu'on photographie les réseaux sur verre, soit plus simplement qu'on trace l'un d'eux sur un papier transparent. Les composantes de la translation qu'il faudra exécuter pour obtenir la coïncidence détermineront les logarithmes des coefficients de proportionnalité.

» Avec ces transformées logarithmiques, la sensibilité de la méthode

varie d'un point à l'autre du diagramme; il faudra tracer à des échelles différentes les diverses parties des réseaux et effectuer plusieurs comparaisons successives. Comme M. Amagat a bien voulu me le faire observer, on ne devra pas alors se borner à la constatation de coïncidences, qui prouveraient seulement que la proportionnalité se vérifie approximativement dans chacune des régions limitées que l'on étudie; il sera nécessaire de constater que les valeurs des coefficients de passage d'un réseau à l'autre restent bien les mêmes dans toute l'étendue du champ étudié expérimentalement. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur un galvanomètre absolument astatique et à grande sensibilité*. Note de M. **A. Broca**, présentée par M. A. Cornu.

« Il y a un an, M. Pierre Weiss [1] a montré tout l'avantage qu'on pouvait retirer de l'emploi des équipages à aiguilles verticales pour le galvanomètre Thomson. Depuis cette époque, j'ai employé cet équipage d'une manière constante, et je l'ai trouvé d'un emploi très commode, mais d'une construction délicate. Il faut, en effet, pour se mettre tout à fait à l'abri des perturbations du champ terrestre, amener les aiguilles à un parallélisme absolu. Cela est difficile à réaliser géométriquement, et aucune méthode expérimentale de retouche ne permet d'y arriver.

» J'ai alors songé à remplacer les aiguilles ordinaires par des aiguilles ayant en leur milieu un point conséquent. Le point conséquent de l'une des aiguilles étant austral et celui de l'autre étant boréal, si l'on place les aiguilles rigoureusement verticales et les pôles de noms contraires en regard, on aura un système qui sera astatique pour la même raison que l'équipage de M. Pierre Weiss. Mais, en outre, il est aisé de voir que, si le point conséquent de chacune des aiguilles est rigoureusement en son milieu, et si l'aiguille est rigoureusement droite, chacune d'elles, prise isolément, sera toujours en équilibre indifférent dans un champ uniforme, quelle que soit la position dans laquelle elle est suspendue.

» Supposons, maintenant, un couple de ces aiguilles formant un équipage : il est aisé de voir que la verticalité des aiguilles réduira au second ordre l'erreur résiduelle relative à chaque aiguille, au point de vue de l'astaticité, et que l'ensemble des deux sera insensible, non seulement à un

(1) *Comptes rendus*, t. CXX, p. 728; 1895.

champ uniforme, mais même à un champ uniformément varié. En effet, le moment relatif au couple de points conséquents est juste double du moment μ relatif à chacun des couples de pôles ordinaires. Si donc nous appelons f_1, f_2, f_3 les forces magnétiques horizontales aux trois pôles du système, le couple agissant sera $\mu f_1 - 2\mu f_2 + \mu f_3$ ou $\mu(f_1 - 2f_2 + f_3)$. Pour que ce couple ne soit pas nul, il faut que f_2 ne soit pas la moyenne de f_1 et de f_3, ou que la courbe qui représente la variation du champ le long de la direction de l'équipage ne puisse pas être confondue avec sa tangente, pour une variation de la variable égale à la longueur des aiguilles.

» Un système ainsi constitué est pratiquement indépendant des perturbations magnétiques dues même à des aimants puissants, tant que leur distance à l'équipage n'est pas du même ordre de grandeur que les dimensions de celui-ci. Au contraire, un aimant, même très faible, à une distance de cet ordre de grandeur, permet d'en être absolument maître. Pour diriger convenablement les équipages et leur donner le temps d'oscillation voulu, l'aimant directeur ordinaire est donc tout à fait incommode. Je l'ai remplacé par deux petites aiguilles aimantées très fines et placées l'une normalement aux bobines du galvanomètre, l'autre parallèlement et à la hauteur de l'un des pôles de l'équipage. Ces aiguilles ne peuvent prendre que des mouvements de translation dans de petits tubes à frottement doux. L'aiguille normale sert à annuler, une fois pour toutes, les forces qui dévient l'équipage de sa position d'observation. On peut ensuite faire varier la grandeur de la force directrice, au moyen des aimants parallèles aux bobines. L'emploi de l'aimant normal est d'ailleurs d'un grand secours dans beaucoup de cas. Je me réserve de revenir ultérieurement sur ce sujet.

» Pour réaliser pratiquement le système, il faut faire les aiguilles droites et les amener à avoir un moment magnétique nul. La première condition est aisée à réaliser par un procédé que m'a indiqué M. Gaiffe : il suffit de chauffer et tremper le fil tendu par un poids; si la chauffe est régulière, on a ainsi des fils rigoureusement droits.

» L'aimantation se fait en frottant le milieu de l'aiguille sur un angle d'un fort aimant. Le point conséquent ainsi formé peut se déplacer sous l'action de l'aimant qui l'a donné. On peut donc ainsi retoucher chaque aiguille séparément, jusqu'à ce qu'elle soit en équilibre à peu près indifférent dans le champ terrestre, même quand elle est suspendue horizontalement.

» La sensibilité d'un galvanomètre dépendant essentiellement de l'ai-

mantation des aiguilles, j'ai cherché si l'aimantation ainsi obtenue était comparable à celle que prennent les aiguilles à deux pôles ordinaires. En mesurant balistiquement le flux émis par les surfaces polaires extrêmes de deux aiguilles de même longueur, prises dans le même échantillon, j'ai vérifié que l'aimantation de l'aiguille à point conséquent était 0,9 de celle de l'aiguille ordinaire. Le résultat est donc satisfaisant.

» La permanence de l'aimantation est bonne aussi. Un équipage, assez astatique pour qu'une torsion de 360° du fil de cocon simple de 12^{cm} de long qui le suspendait lui donnât une déviation de 90°, avait gardé, au bout de six semaines, son plan d'équilibre et sa période d'oscillation.

» Ces équipages peuvent être utilisés, soit avec une seule paire de bobines agissant sur le pôle double, soit avec deux paires dans le même sens agissant sur les pôles extrêmes, soit avec trois paires agissant sur chacun des points aimantés.

» Dans le premier et le second cas, on gagne, en outre, l'action des bobines sur les pôles situés en dehors.

» J'ai fait construire un galvanomètre à une seule paire de bobines, qui m'a permis, avec les dimensions pour lesquelles M. Pierre Weiss a réalisé la constante de 110 (bobine de 27^{mm}), de réaliser la constante de 250, et l'équipage que j'ai construit est loin des meilleures conditions possibles.

» Le galvanomètre à trois bobines donne lieu à un problème de maximum, pour savoir quel doit être le rapport des dimensions des bobines extrêmes à celles de la bobine centrale, et le rapport des diamètres des fils à enrouler sur ces bobines. On trouve facilement que le diamètre doit être le même pour les deux fils, et que les dimensions des bobines doivent être dans le rapport $\frac{1}{\sqrt{2}}$. En poussant le calcul plus loin, on voit que le galvanomètre à une seule paire de bobines est plus sensible que celui à deux paires et perd très peu de chose sur celui à trois paires. Il est donc préférable, à cause de sa simplicité, et c'est pour cela que je m'y suis tenu.

» On conçoit la possibilité de construire des galvanomètres avec des aiguilles présentant un nombre impair quelconque de points conséquents, et avec autant de paires de bobines que de points conséquents. La sensibilité augmente théoriquement au delà de toute limite, mais au prix d'une extrême complication. De plus, ces équipages, encore insensibles à un champ uniforme, deviendront sensibles à un champ uniformément varié. Ce mode de construction pourra cependant être envisagé pour la réalisation de galvanomètres très résistants et très sensibles. De plus, les poids

morts, miroir et mastic, pouvant rester à peu près les mêmes, la qualité de l'équipage peut être sensiblement augmentée par ce procédé, dont la difficulté réside uniquement dans la construction d'aiguilles longues et droites, et aimantées convenablement avec plusieurs points conséquents. »

PHYSIQUE. — *Sur la vaporisation des métaux à la température ordinaire.* Note de M. H. Pellat, présentée par M. Lippmann.

« La Communication récente de M. Colson (p. 49 de ce Volume), relative à l'action du zinc sur une plaque au gélatino-bromure, m'engage à faire connaître à l'Académie que j'ai obtenu, il y a quatre ans environ, des résultats tout semblables avec l'acier, comme le montrent les deux épreuves que je joins à cette Note.

» L'une a été produite par un barreau aimanté, séparé de la plaque par un rectangle en bristol (carte de visite). L'empreinte très noire, produite par le barreau, se voit aussi bien à l'endroit où la carte (qui a laissé son empreinte en clair) séparait le barreau du gélatino-bromure qu'en dehors (la pose a été de quinze à vingt jours). La seconde (pose deux mois) représente un diapason non aimanté, séparé de la plaque par deux morceaux de bristol (insolés?) qui ont laissé, cette fois, leur trace en noir foncé. Enfin une troisième épreuve montre un disque de plomb fendu (disque de sonomètre) qui a laissé son image en clair, le bristol la formant en noir. Les plus grandes précautions avaient été prises pour que, pendant la pose, la lumière ne pénétrât pas dans la boîte noire contenant la plaque, qui était entourée elle-même de plusieurs autres boîtes noires.

» Je n'hésitai pas, à cette époque, à attribuer ces effets à la vapeur du métal, d'autant plus que j'avais déjà montré [*Influence d'un métal sur la nature de la surface d'un autre métal placé à petite distance* (*Comptes rendus*, t. XCIV, p. 1247)] par des procédés très délicats, fondés sur la différence de potentiel apparente de deux métaux en contact, que la plupart des métaux émettent à froid un corps volatil, vraisemblablement la vapeur du métal lui-même.

» Je n'avais pas cru devoir publier les expériences qui font l'objet de cette Note, quelque curieuses qu'elles m'eussent paru, parce que je les jugeais incomplètes et que je me proposais toujours d'en reprendre l'étude.

» Après la remarquable découverte de M. Becquerel, on peut se demander si les effets que j'ai obtenus avec l'acier, et que M. Colson

a obtenus depuis avec le zinc, ne seraient pas dus à des radiations invisibles, émises par ces corps, analogues ou identiques à celles produites par l'uranium. C'est un point qui paraît assez facile à vérifier, en enfermant des morceaux de ces métaux dans les petites cloches de verre hermétiquement fermées par une lamelle de microscope, qu'a employées M. Becquerel. J'ai tenté l'expérience, il y a un mois environ; mais le temps de pose (huit jours) a été trop court pour que les morceaux d'acier mis sous cloches et les morceaux non protégés employés comme témoins aient produit une action. L'expérience sera reprise avec un temps de pose de deux mois ».

PHOTOGRAPHIE. — *Procédé pour photographier en creux les objets en relief et* vice versa. Note de M. **Ernest Moussard**, présentée par M. Lippmann.

« Les difficultés que les archéologues rencontrent lorsqu'il s'agit de dérober à l'action du temps quelque précieux document, m'ont suggéré l'idée de chercher la solution du problème suivant : Prendre, au moyen d'un moulage, l'empreinte d'une inscription ou d'un dessin gravé en creux ou en relief; photographier cette empreinte qui représente l'opposé de l'objet, et obtenir, *avec un seul cliché*, l'image réelle de l'inscription ou du dessin. Voici la solution que j'ai imaginée :

» On prend, au moyen d'un moulage au papier ou au plâtre, l'empreinte de l'objet; on photographie cette empreinte qui est l'inverse de l'original, après avoir eu soin : 1° de placer en bas le haut du moulage à photographier; 2° de mettre dans le châssis la plaque de gélatino-bromure, le verre en dessus et la couche sensible en dessous, de manière à obtenir un cliché négatif du moulage, qui lui-même est le négatif de l'objet, puis opérer comme à l'ordinaire.

» On obtient alors le cliché d'un objet éclairé de bas en haut, avec lequel on reproduit, sur le papier sensibilisé, l'image exacte de l'original et non celle de l'empreinte. C'est cette manière d'éclairer l'objet qui produit l'illusion du creux ou du relief, phénomène d'optique causé par l'habitude que nous avons contractée de voir les objets éclairés par en haut. »

PHYSIQUE. — *Sur la manière dont les rayons X provoquent la décharge des corps électrisés.* Note de M. **Émile Villari**, présentée par M. Mascart.

« Dans une de mes Notes précédentes, présentée le 14 mars 1895 à l'Académie de Naples, j'avais déjà indiqué la manière dont la décharge électrique est provoquée par les rayons X. Depuis lors, j'ai fait de nouvelles recherches, dont j'exposerai le résumé.

» 1° La décharge d'un conducteur faite dans l'air, lorsqu'elle est provoquée par les rayons X, semble avoir lieu par *convection* ou par transport, et, pour ainsi dire, par une danse électrique des particules d'air, activée par la radiation.

» 2° La décharge du conducteur se ralentit lorsqu'on diminue la surface du conducteur électrisé exposée à l'air, en en couvrant une partie avec de la paraffine.

» 3° Lorsque le conducteur chargé est tout couvert de paraffine en contact, la décharge, à peine commencée par les rayons X, s'arrête. Le peu d'électricité transportée peut-être par les traces d'air environnant charge la paraffine, et la décharge ultérieure est empêchée.

» 4° Si le conducteur est entouré par l'air et par un tube de paraffine, il se décharge d'abord assez rapidement sous l'influence des rayons X; mais, aussitôt après, la décharge procède avec une très grande lenteur. L'électricité transportée, comme d'habitude, par l'air charge aussitôt les parois du tube et se disperse ensuite avec difficulté.

» 5° L'électricité, qui s'est dispersée du corps sous l'action des rayons X, peut se réunir sur un tube de paraffine ou de métal isolé, lorsqu'ils entourent le corps qui se décharge. L'électricité réunie sur le tube de paraffine ou de métal peut être directement observée au moyen d'un électroscope à pile sèche, et se trouve être, comme il est naturel, de la même nature que celle du corps.

» 6° Les tubes métalliques, isolés ou non, qui entourent l'électroscope, servent à y condenser les charges. Ils en ralentissent la décharge produite par les rayons X, soit par la plus grande électricité accumulée, soit aussi par leur transparence incomplète aux rayons mêmes. »

PHYSIQUE. — *De l'action des tubes et des disques métalliques sur les rayons X.* Note de M. **Émile Villari**, présentée par M. Mascart.

« Dans diverses Notes, déjà présentées à l'Académie de Naples, j'ai démontré que les rayons X, lorsqu'ils passent par des tubes opaques, à demi transparents ou transparents, perdent beaucoup, peu ou très peu de leur efficacité à décharger un électroscope électrisé. Il semblerait, par là, que les rayons agissent, non seulement du côté de leur direction, mais aussi latéralement, et les tubes opaques, en supprimant les rayons latéraux divergents, et en ne laissant passer que ceux qui vont en ligne droite entre l'ampoule de Crookes et l'électroscope, diminuent l'efficacité de la radiation totale.

» Les expériences qui suivent ont rapport à ces phénomènes :

» J'ai placé une ampoule en poire dans une grande caisse en plaques de plomb, de $4^{mm},4$ d'épaisseur, et tout à fait opaques aux rayons X, avec un trou de 9^{cm} vis-à-vis du fond de l'ampoule. Dans ce trou, j'ai introduit un tube de fer-blanc de 9×25^{cm} ; à $35^{cm},5$ de l'ampoule, j'ai placé un disque en plomb de $13,5 \times 0^{cm},44$, et à $7^{cm},5$ un électroscope renfermé dans une cage de garde. Ces diverses parties étaient centrées. Ayant mis l'ampoule en activité, j'ai observé :

» 1° Que, sans le tube en fer-blanc et sans le disque de plomb, la décharge de 5° se faisait en $3^{s},7$;

» 2° Que le tube tout seul ralentit un peu la décharge des 5°, de $3^{s},7$ à $4^{s},5$;

» 3° Que le disque tout seul, à cause de l'ombre qu'il produit, ralentit de beaucoup la décharge usuelle, de $3^{s},7$ à 12^{s} ;

» 4° Que le disque ralentit encore davantage la décharge des 5°, lorsque les rayons qui le frappent ont passé par le tube de fer-blanc.

» Ceci confirme que les rayons qui sortent du tube sont, pour ainsi dire, plus serrés; qu'ils peuvent plus difficilement se replier sur le bord du disque et frapper l'électroscope placé dans son ombre.

» J'ai couvert un côté d'une plaque de cuivre ($7 \times 7 \times 0^{cm},04$), unie à l'électroscope par une plaque de paraffine ($9 \times 9 \times 1^{cm},5$) et j'ai observé que, en exposant la paraffine à l'action des rayons, la décharge de 5° se faisait en $29^{s},4$, et que, en exposant le côté découvert de la plaque de cuivre à la radiation, la même décharge se faisait en 21^{s}.

» Et comme j'ai démontré que la décharge d'un conducteur couvert de paraffine est minime ou nulle, on doit croire que, dans le cas précédent,

la décharge se fait toujours du côté métallique, même lorsqu'il n'est pas directement frappé par les X.

» Les rayons qui frappent la paraffine pourraient peut-être, vu la transparence de la mince plaque de cuivre, se transmettre à son côté découvert et y provoquer la décharge. Mais ayant répété l'expérience avec un gros disque de plomb ($8 \times 0^{cm},44$), tout à fait opaque, et ayant obtenu des résultats identiques aux précédents, le phénomène ne peut être attribué à la transparence du métal. Il ne peut non plus être attribué à une conducibilité spéciale du métal même pour l'efficacité des rayons, transmise du côté paraffiné au côté découvert, pour l'expérience suivante :

» J'ai réuni à l'électroscope, par un mince fil de cuivre de 80^{cm}, un disque d'aluminium de 6^{cm} de diamètre. J'ai enveloppé le conducteur de l'électroscope et le fil par une forte couche de paraffine, de manière que le disque d'aluminium seul restait exposé au contact de l'air. J'ai couvert le tout d'une cage de garde en communication avec le sol et, après avoir chargé l'électroscope au moyen du disque et du fil, je l'ai exposé, tout seul, à l'action des rayons X. Après une légère décharge initiale, l'électroscope reste complètement immobile; et cette décharge initiale n'a lieu que dans les premières expériences, jusqu'à ce que la surface de la paraffine en contact avec le conducteur chargé ait pris la charge de ce dernier.

» Donc, l'activité des rayons qui frappent l'électroscope n'est point transmise par le fil au disque d'aluminium, car, autrement, la décharge serait produite par lui. Par conséquent, dans le cas du disque de plomb frappé par les rayons du côté paraffiné, la décharge du côté découvert ne peut être produite que par les rayons qui contournent le bord du disque et pénètrent dans son ombre.

» Cette explication est, à son tour, encore confirmée par l'expérience suivante :

» J'ai placé devant l'ampoule de Crookes une plaque de zinc complètement opaque ($40 \times 40 \times 0^{cm},42$) avec un trou central de 4^{cm} vis-à-vis de l'ampoule. J'ai introduit dans ce trou un petit tube de fer-blanc (6×6^{cm}) de manière à obtenir des rayons peu divergents. J'ai exposé à leur action le côté paraffiné du disque de plomb habituel, et la décharge de 5° de l'électroscope qui y était uni se fit en 350^{s} à 400^{s}. Ayant ensuite exposé le côté découvert du disque à l'action des rayons X, la décharge de 5° se fit en 40^{s} à 50^{s}, c'est-à-dire un peu plus de $\frac{1}{10}$ du temps. Dans les premières expériences faites, sans le petit tube de fer-blanc, la différence du temps de la décharge, dans les deux manières d'agir dont je viens de parler, était à peine de 23^{s} à 17^{s} environ. Dans ce dernier cas, c'est-à-dire sans le petit tube de fer-blanc, les rayons divergents et latéraux passent mieux sur le bord du disque, se replient sur son côté qui est à l'ombre et en activent la décharge presque avec autant de force que s'ils le

frappaient directement; ce qui n'a lieu qu'en partie lorsque les rayons ont passé par le tube de fer-blanc. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Action des rayons de Röntgen sur le bacille diphtérique*. Note de M. F. **Berton**, présentée par M. Bouchard.

« J'ai exposé des cultures du bacille de la diphtérie, en bouillon, aux rayons de Röntgen, pendant seize heures, trente-deux heures, soixante-quatre heures. Après chaque durée d'exposition les cultures étaient ensemencées dans du bouillon et injectées à des cobayes (deux cobayes pour chaque culture). Une culture témoin a été également réensemencée et injectée à deux cobayes. Je n'ai obtenu aucun résultat. Les cultures exposées et réensemencées ont poussé aussi rapidement et aussi abondamment que la culture témoin. Les animaux sont morts aussi rapidement que les témoins.

» Ce résultat est conforme à celui qui a été obtenu par MM. Wade (*British med.*, février 1896) et Minck (*Munch. med. Wochenschr.*, 1er mai 1896. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur la fusibilité des alliages métalliques*. Note de M. **Henri Gautier**, présentée par M. H. Moissan.

« Les recherches de M. Le Chatelier sur la fusibilité des mélanges salins lui ont permis d'établir l'identité absolue de ces mélanges avec ceux d'un sel et d'eau, que l'on désigne généralement sous le nom de *solutions*. Aux courbes de solubilité correspondent les courbes de fusibilité, et ces dernières présentent les mêmes formes générales que les premières. Dans les deux cas, ces courbes sont rarement continues, mais formées d'un certain nombre de branches se coupant à angles vifs, et l'expérience a montré que la courbe complète de solubilité ou de fusibilité comprend autant de ces branches qu'il peut, du mélange liquide, se déposer de corps solides à un état chimique différent.

» La solidification d'un mélange salin fondu peut s'effectuer dans des conditions correspondant à trois cas bien distincts qui se traduisent chacun par une forme particulière des courbes de fusibilité, de sorte que, réciproquement, de l'examen de la courbe de fusibilité d'un mélange, on peut déduire les conditions dans lesquelles a eu lieu la solidification. Ces cas sont les suivants :

» 1° Pendant la solidification, les cristaux des deux sels se juxtaposent

simplement, sans qu'il se forme de combinaisons. La courbe de fusibilité se compose de deux branches (pratiquement des droites) correspondant chacune à l'un des sels du mélange et venant se couper en un point situé au-dessous des points de fusion de chacun des deux sels isolés. Le mélange à point de fusion minimum qui correspond à ce point anguleux est dit *mélange eutectique*.

» 2° La solidification donne lieu au dépôt d'une combinaison définie, dont les cristaux s'enchevêtrent dans ceux du sel en excès. La courbe de fusibilité est alors formée de trois branches, les deux extrêmes correspondant au dépôt de chacun des sels isolés et celle du milieu à la combinaison; cette branche présente généralement un maximum pour une composition du mélange très voisine de la combinaison. Les deux points anguleux sont chacun relatif à un mélange eutectique.

» 3° Si, enfin, les deux sels mélangés sont isomorphes et peuvent fournir des composés isomorphes, la courbe de fusibilité ne comporte plus qu'une branche unique s'éloignant peu de la droite qui joint les points de fusion de chacun des deux sels mélangés.

» Les alliages métalliques sont des corps dont la structure cristalline est parfaitement reconnue aujourd'hui et dès lors on peut s'attendre à observer dans l'action de la chaleur sur ces corps des phénomènes analogues à ceux qui se manifestent pour les autres mélanges cristallisés. C'est ce que confirme l'expérience. Si, en effet, avec les valeurs numériques des températures de fusion actuellement connues pour un petit nombre d'alliages, on construit les courbes de fusibilité correspondantes, on obtient pour celles-ci des formes analogues à celles relatives aux mélanges salins.

» Ainsi les alliages d'étain avec le zinc, le bismuth et le plomb correspondent au cas où il ne se forme pas de combinaison. Les alliages du cuivre avec l'étain et l'antimoine, dont la fusibilité a été déterminée par M. Le Chatelier, correspondent, au contraire, au cas d'une combinaison, et la composition de cette dernière est donnée par la position du maximum; ces combinaisons ont été isolées et ont pour formules $SnCu^3$ et $SbCu^2$. Le cas des mélanges isomorphes est représenté par l'alliage or-argent.

» L'étude de la fusibilité des alliages métalliques semble donc devoir fournir des renseignements précis sur la constitution chimique de ces alliages.

» Les recherches qui suivent sont relatives à quatre alliages : étain-nickel, étain-aluminium, aluminium-argent, antimoine-aluminium. Les températures de solidifica-

tion de ces alliages ont été déterminées au moyen du couple thermo-électrique de M. Le Chatelier. Le Tableau suivant indique les températures de solidification correspondant à chacun des alliages dont la composition est exprimée par le poids du métal le moins fusible contenu dans 100 parties de l'alliage :

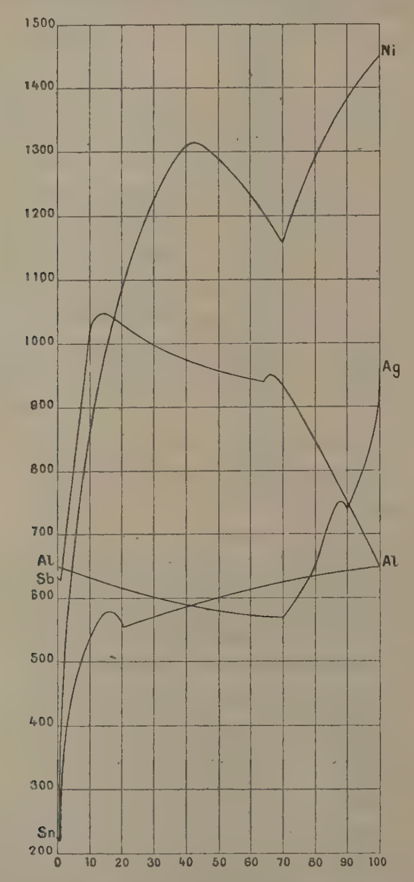
Sn Ni.	Température.	Sn Al.	Température.	Al Ag.	Température.	Sb Al.	Température.
0	232°	0	232°	0	650°	0	632°
0,01	231	0,05	229	20	615	1,13	630
5	670	1	328	44	585	5,42	855
10	800	2,4	390	70,2	570	8,40	945
25	1165	5,5	470	79,7	645	10,28	1030
33,33	1270	7	500	84,6	720	14,66	1048
40	1310	8,5	520	88,7	750	18,65	1035
50	1290	12,5	565	89,7	740	25	1010
66,66	1190	15,7	580	91,8	760	36,43	983
75	1230	19	565	94	790	54,47	950
83,3	1320	20,5	553	96,3	815	60	945
90,9	1390	27	558	98,75	885	66	950
100	1450	54	605	100	954	68,52	940
		70	622			84,89	800
		83	637			91,9	734
		100	650			100	650

» Les courbes de fusibilité correspondantes (*fig.* 1) montrent que ces quatre alliages correspondent au cas de combinaisons définies puisque chacune d'elles se compose de trois branches. La position des maxima permet de prévoir les formules de ces combinaisons qui seraient respectivement Ni^3Sn^2, $SnAl$ ou Sn^3Al^2, Ag^2Al et $SbAl$. Je n'ai pas encore cherché à isoler ces combinaisons, mais la dernière l'a été par M. Wright; son point de fusion (1040°) est très voisin de celui du cuivre.

» Les alliages antimoine-aluminium présentent plusieurs particularités intéressantes. La fusibilité d'un alliage binaire est toujours plus grande que celle du métal le moins fusible qui le compose; pour la plupart des alliages antimoine-aluminium, c'est-à-dire pour tous ceux qui contiennent plus de 2 pour 100 d'aluminium, c'est l'inverse que l'on observe : ils sont moins fusibles que l'aluminium. Il n'y a qu'une seule autre exception analogue pour des alliages d'or et d'aluminium très riches en or; ce fait tient aussi à la formation d'une combinaison définie Al^2Au, isolée par M. Roberts-Austen et fusible à 1070° soit à 20° au-dessus de l'or.

» Ceux des alliages antimoine-aluminium dont la composition est voisine de Sb Al ont la curieuse propriété de se réduire lentement en poudre d'une manière spontanée et la poussière ainsi formée ne fond plus à 1100°

alors que le moins fusible de ces alliages fond à 1050°. La transformation est trop lente pour que j'aie pu encore déterminer à quoi elle est due; cependant je serais assez porté à croire que cette pulvérisation est le résul-



tat d'une oxydation, car un échantillon conservé depuis quelque temps dans le vide ne semble pas altéré.

» Enfin, à propos de ces alliages, je rectifierai une erreur qui se trouve reproduite dans tous les Ouvrages de Chimie : le point de fusion de l'antimoine y est indiqué comme voisin de 430° alors qu'en réalité ce corps ne fond qu'au rouge; sa température de fusion, déterminée au moyen du pyromètre, est de 632°. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Les diamants de l'acier.* Note de M. **Rossel**, présentée par M. Henri Moissan [1].

« M. Moissan dans ses remarquables travaux sur la formation artificielle du diamant, qu'il a obtenu au moyen du fer saturé de carbone à haute température au four électrique, a contribué d'une manière magistrale à expliquer les forces qui réagissent, ou plutôt qui ont réagi sur le carbone, pour le transformer en octaèdres transparents [2]. M. Moissan a saturé du fer fondu à 3000° avec du charbon : par le refroidissement à haute pression une partie du carbone est transformée en diamants microscopiques. Ce fait remarquable m'a fait penser que les aciers très durs, produits à très haute température dans les aciéries et refroidi sous haute pression, devaient contenir du carbone ayant les mêmes formes et les mêmes propriétés que les diamants décrits par M. Moissan.

» J'ai traité un certain nombre d'échantillons d'aciers spéciaux par les méthodes décrites par M. Berthelot [3] et par M. Moissan. Après la dissolution du métal au moyen des acides forts, les résidus ont été successivement traités par l'acide nitrique concentré, le chlorate de potassium en fusion, l'acide fluorhydrique concentré et l'acide sulfurique fort.

» Mes prévisions ne m'avaient pas trompé, j'ai trouvé dans un grand nombre d'échantillons des résidus cristallisés, transparents, non solubles par tous les traitements décrits et possédant tous les caractères indiqués par M. Moissan. Tantôt ces résidus sont cristallisés en octaèdres réguliers de très petite dimension qui ne dépasse pas 15 micro-millimètres (*fig.* 1),

Fig. 1.



Octaèdres de 15^{microm} de *g*.

tantôt de débris également transparents de dimension plus considérable atteignant facilement un diamètre de $0^{mm},5$. Ces cristaux brûlent dans l'oxygène en donnant naissance à de l'acide carbonique; ils ont un aspect

(1) Cette Note a été déposée sur le bureau de l'Académie le 1er juin; sa publication a été retardée par la gravure des figures.

(2) Moissan, *Comptes rendus,* 6 février 1893 et 12 février 1894.

(3) Berthelot, *Recherches sur les différents états du carbone* (*Annales de Chimie et de Physique,* 4e série, t. XIX, p. 392).

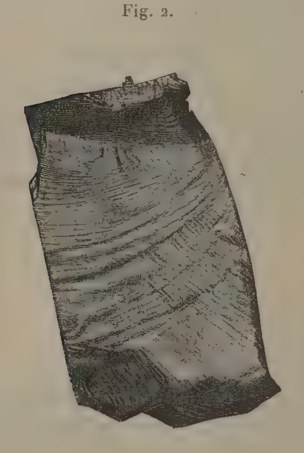
gras caractéristique, absorbent la lumière et ne donnent aucune coloration, quand ils sont soumis à l'action de la lumière polarisée. Les cristaux présentant un diamètre de $0^{mm},5$ sont extrêmement durs, rayent le corindon, mais sont cassants. Un diamant présentant un diamètre de $0^{mm},7$ s'est brisé en trois parties spontanément après la préparation microscopique.

» Grâce à la persévérance avec laquelle mon collaborateur, M. L. Franck a soumis les différents échantillons d'acier aux réactions les plus minutieuses, nous possédons une collection de diamants très caractéristiques.

» De plus dans un loup retiré à la base d'un haut fourneau appartenant à MM. Metz et Cie, Esch sur l'Alzette (Luxembourg), nous avons constaté la présence de cristaux de dimensions dépassant $0^{mm},5$. 50^{gr} de métal ont livré, après les traitements décrits, réitérés à plusieurs reprises, un résidu dépassant 5^{gr}; ce résidu de couleur foncée, très dur, se compose d'un grand nombre de minéraux présentant une cristallisation très régulière. En séparant ces cristaux mécaniquement à l'aide d'un fort grossissement, on parvient à isoler les fragments de diamants de grandes dimensions dont nous avons parlé.

» Nous sommes occupés à étudier ces cristaux d'une manière détaillée;

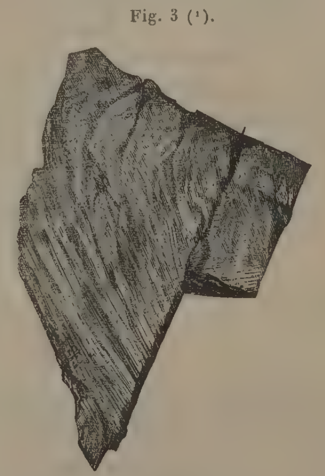
Fig. 2.





Fragment de diamant de $0^{mm},5$.

Fig. 3 (1).



Fragment de diamant de $0^{mm},5$.

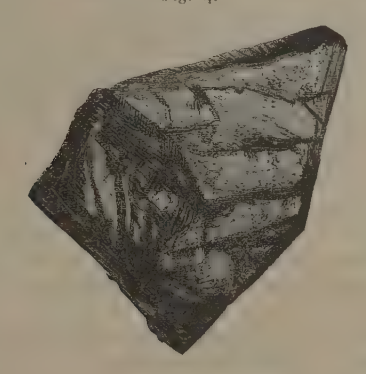
pour le moment nous devons nous contenter de donner ici l'image de trois

(1) Les cristaux absorbent suffisamment de lumière pour donner à la photographie microscopique des images directement positives.

fragments qui nous ont paru mériter un intérêt particulier. Nous devons les préparations microscopiques qui nous permettent de décrire ces cristaux et de les photographier à l'amabilité et au talent de notre collègue, M. le professeur de Favel.

» Les deux fragments (*fig.* 2 et 3) étaient primitivement réunis; le cristal s'est brisé pendant la préparation microscopique en trois parties, dont l'une n'a pu être photographiée. Le cristal (*fig.* 4) a été retiré du


Fig. 4.



Diamant de $0^{mm},5$.

loup de fer décrit précédemment; il présente, malgré les traces non équivoques de brisure, des formes caractéristiques qui rappellent les diamants naturels. En nous basant sur ces expériences et leurs résultats, il nous paraît que la formation des diamants par la fusion du carbone à très haute température et le refroidissement sous haute pression reçoit une nouvelle confirmation et la théorie de la production des diamants, créée par M. Moissan, nous semble parfaitement justifiée. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Action du silicium sur les métaux alcalins, le zinc, l'aluminium, le plomb, l'étain, l'antimoine, le bismuth, l'or et le platine.* Note de M. ÉMILE VIGOUROUX, présentée par M. Henri Moissan.

« A la suite des travaux de M. Moissan [1] sur l'action du silicium sur le fer, le chrome et l'argent, j'ai fait connaître un certain nombre de sili-

[1] H. MOISSAN, *Comptes rendus*, t. CXXI; 1895.

ciures de composition définie. J'indiquerai aujourd'hui ce qui se passe lorsqu'on met en présence le silicium et certains métaux, depuis la température du rouge sombre jusqu'au point d'ébullition de l'un des deux éléments.

» *Métaux alcalins.* — Chauffés graduellement avec le silicium amorphe ou cristallisé dans un courant d'hydrogène, ils finissent par distiller sans se combiner avec lui.

» *Zinc.* — C'est en faisant réagir un fluorure double de silicium et de potassium, de sodium et de zinc que Deville et Caron ont obtenu un culot renfermant de belles aiguilles de silicium cristallisé. Si on le traite par l'acide chlorhydrique, il n'apparaît ni silice, ni hydrogène silicié, ni silicium amorphe pouvant être la conséquence de la présence d'un siliciure qui, pendant l'attaque, aurait abandonné son métal à l'acide et déposé le métalloïde dans cet état, comme le font certains carbures. Donc, le zinc dissout simplement le silicium. Toutefois en agitant ce dernier à l'état amorphe avec un tel métal en fusion, il n'y a pas dissolution : c'est que chaque grain de silicium s'est recouvert d'une mince couche de silice que le dissolvant est incapable de réduire au préalable. Mais si l'on mélange au zinc en fusion la scorie noirâtre résultant de l'action du sodium sur le fluorure double, elle abandonne au métal son silicium amorphe qui se retrouve parfaitement cristallisé dans le zinc. Au four électrique, les deux éléments mis en présence et refroidis brusquement ont encore fourni un culot de zinc sans siliciure.

» *Aluminium.* — Il ne paraît pas y avoir combinaison, malgré les différentes formules qu'on ait attribuées à ces siliciures présumés. Le silicium amorphe et l'aluminium en poudre, mélangés et chauffés progressivement, ne se combinent pas. Du silicium amorphe, projeté dans le métal en fusion, est dissous par ce dernier et se retrouve cristallisé dans le culot. Les culots obtenus vers 1000°, dans la préparation du silicium de Wœhler, attaqués par l'acide chlorhydrique, ne renferment pas de silicium combiné. A des températures supérieures à 1000°, et de plus en plus élevées, on n'observe pas de combinaison. Enfin, au four électrique, même avec des courants de 1000 ampères, l'aluminium, chauffé avec le silicium, soit libre, soit naissant, fournit un culot dépourvu de siliciure.

» *Plomb.* — Un mélange de fluorure double de sodium et de plomb, chauffé au four Perrot, a donné un culot métallique ne renfermant que peu de silicium dissous. Au four électrique, le silicium, mélangé à un grand excès de métal, a fourni un culot ne contenant que du silicium cristallisé; il n'y existait pas de siliciure.

Étain. — Au four Perrot, au four à réverbère, au four électrique, on n'a obtenu avec l'étain que du silicium dissous; dans le dernier cas, la proportion des cristaux était très grande.

» *Antimoine et bismuth.* — En faisant agir le silicium à l'état libre ou à l'état naissant (mélange de sodium et de fluorure double), on a obtenu des culots ne renfermant que des lames cristallines de silicium, sans siliciure.

» *Or.* — Au four à réverbère, dans un courant d'hydrogène, on a chauffé 4^{gr} de silicium et 28^{gr} d'or chimiquement pur. Après refroidissement, on a trouvé un certain nombre de grains métalliques, d'un jaune brillant, dont la cassure présentait de très

belles facettes ardoisées et cristallines de silicium ; il n'y avait pas trace de siliciure.

» *Platine*. — En chauffant au blanc des mélanges de silice et de charbon dans lesquels plongeaient des lames de platine, Boussingault (¹) formait un alliage cassant contenant du silicium combiné. M. Winckle (²), en portant au rouge blanc du platine avec du silicium en excès en présence de la cryolithe, obtenait un corps renfermant jusqu'à 10 pour 100 de silicium. J'ai pu arriver à un composé défini en utilisant une température plus élevée : celle du four électrique. Dans un premier essai, j'ai chauffé dans un tube en charbon une nacelle de même nature, renfermant du platine avec 5 pour 100 de son poids de silicium. Le culot était blanc, quelque peu cassant et sillonné de nombreuses stries cristallines de siliciure. Comme il n'était pas possible de séparer le composé de l'excès de métal, dans de nouveaux essais, j'ai modifié par tâtonnement le mélange de façon qu'il se formât, après réaction, un siliciure avec un petit excès de métalloïde. Le culot obtenu en employant entre 8 et 10 pour 100 de silicium, était blanc, très cristallin ; traité par l'eau régale, il laissait, comme résidu, de la silice et de légères traces de silicium cristallisé. Le siliciure répondait à la formule $SiPt^2$.

» *Propriétés*. — Blanc, cristallin, très dur, très cassant, pouvant être pilé ; densité à 18°, 13,8. Capable de dissoudre le silicium, attaqué à chaud par le chlore et l'eau régale.

» *Analyse*. — Attaqué par l'eau régale qui donne du chlorure de platine, du silicium et de la silice. On rend cette dernière insoluble, on la reprend par l'eau régale et l'on filtre ; le platine passe. Le résidu pesé (silice et silicium) est traité par l'acide fluorhydrique qui enlève la silice ; d'où l'on déduit la proportion de silicium combiné.

» *Résultats :*

	Trouvé. I.	Trouvé. II.	Calculé pour $SiPt^2$.
Si pour 100	6,92	6,95	6,68
Pt pour 100	93,08	93,40	93,32
	100,00	100,35	100,00

» *Conclusions*. — Au point de vue de leur action sur le silicium, on peut diviser les métaux en deux groupes : 1° ceux qui ne s'unissent pas directement avec cet élément ; 2° ceux qui s'unissent directement avec lui. On doit comprendre, dans les premiers, les métaux alcalins, le zinc, l'aluminium, le plomb, l'étain, l'antimoine, le bismuth, l'or et l'argent. Ils le dissolvent presque tous plus ou moins et l'abandonnent ensuite sous forme de cristaux. Les métaux capables de s'unir directement avec ce corps simple pour former des siliciures parfaitement cristallisés sont le fer, le

(¹) Boussingault, *Annales de Chimie*, 2e série, t. XVI ; 1821, et *ibid.*, 5e série, t. VIII ; 1876.

(²) Winckle-Pelouze et Fremy, *Traité de Chimie*, t. III, p. 1267.

chrome, le nickel, le cobalt, le manganèse, le cuivre, le platine. La composition du siliciure de fer ($SiFe^2$) et du siliciure de chrome ($SiCr^2$) ayant été d'abord établie par M. Moissan, j'ai ensuite reconnu que, pour tous ces siliciures cristallisés, elle était analogue, c'est-à-dire SiM^4 (M étant un métal monoatomique). Un certain nombre de ces nouveaux composés dissolvent le silicium, de même que les métaux ; exemples : siliciure de cuivre, siliciure de platine. »

CHIMIE. — *Recherches sur les cyanures doubles.* Note de M. **Raoul Varet.**

« On classe généralement les cyanures doubles en deux groupes. Le premier comprend ceux qui sont facilement décomposables : on les considère comme étant de véritables sels doubles, dissociés au sein de leurs dissolutions ; tels sont les composés engendrés par l'union des cyanures d'argent, de mercure, de nickel, etc., avec les cyanures des métaux alcalins et alcalino-terreux. Le second groupe renferme ceux qui, stables à l'état dissous, résistent mieux à l'action des réactifs : on les envisage comme dérivés de radicaux complexes et comme ayant une constitution absolument différente de celle des produits d'addition ; tels sont les ferrocyanures, les ferricyanures, etc.

» Ayant constaté (*Annales de Chimie et de Physique*, 1896), à l'aide de la thermochimie et de la dialyse, que cette manière de voir ne s'appliquait pas aux combinaisons engendrées par le cyanure de mercure, j'ai pensé qu'il serait intéressant de généraliser ces résultats. C'est dans ce but que j'ai complété mes recherches relatives au cyanure de mercure, et que je les ai étendues aux combinaisons formées par le cyanure de nickel et par celui d'argent.

» L'étude des sels de mercure et de potassium, d'argent et de potassium avait déjà été effectuée par M. Berthelot ; j'ai répété les expériences de ce savant, comme contrôle de mes propres déterminations. Les résultats que j'ai obtenus sont absolument concordants avec les siens.

» I. *Combinaisons du cyanure d'argent avec les cyanures des métaux alcalins et alcalino-terreux.* — Ces composés, à l'état solide, sont du type $2AgCy, MCy^2$. Ils ne sont pas dissociables par la dialyse. J'ai trouvé, vers 17°, que

					Cal
2AgCy sol.	+ 2KCy	(1 mol. = 10^{lit})	dégage	......	+13,00
»	+ 2NaCy	»	»	......	+13,12
»	+ $BaCy^2$	(mol. = 10^{lit})	»	......	+12,88
»	+ $SrCy^2$	»	»	......	+13,20
»	+ $CaCy^2$	»	»	......	+13,80

» J'ai également trouvé, vers 17°, en employant une proportion de cyanure alcalin ou alcalino-terreux plus grande que celle qui est nécessaire à la dissolution du cyanure d'argent :

			Cal
2 AgCy + 4KCy (1 mol. = 12^lit)	dégage	....	+14,4
» + 4NaCy »	»	....	+14,3
» + 2BaCy² (1 mol. = 24^lit)	»	....	+14,3
» + 2SrCy² »	»	....	+14,6
» + 2CaCy² »	»	....	+14,64

» Faisons varier la dilution, nous trouvons :

			Cal
2 AgCy + 4KCy (1 mol. = 2^lit)	dégage	....	+16,9
» + 4NaCy »	»	....	+16,80
» + 2BaCy² (1 mol. = 4^lit)	»	....	+17,00
» + 2SiCy² »	»	....	+17,18

» J'ai également trouvé, vers 18° :

			Cal
2 AgCy² + 4KCy (1 mol. = 3^lit)	dégage	....	+16,10
» + 4NaCy »	»	....	+16,00
» + 2BaCy² (1 mol. = 6^lit)	»	....	+16,20
» + 2SiCy² »	»	....	+16,40

» II. *Combinaisons du cyanure de nickel.* — J'ai trouvé, vers 15° :

			Cal
NiCy² préc. + 2KCy	dissous dégage	....	+12,4
» + 2NaCy	» »	....	+12,3
» + BaCy²	» »	....	+12,4
» + SiCy²	» »	....	+12,6

» Ces composés ne sont pas dissociables par la dialyse.

» *Conclusions.* — Ces résultats, et ceux que nous avons obtenus pour le cyanure de mercure, montrent que les sels doubles que forment les cyanures métalliques proprement dits, en s'unissant aux cyanures des métaux alcalins et alcalino-terreux, ont sensiblement même chaleur de formation dans l'état dissous lorsque l'on considère un même groupe de sels.

» Ils ne sont pas dissociables par la dialyse.

» Ces caractères permettent de les considérer comme des dérivés d'acides complexes qui n'existent pas à l'état libre, ou sont tout au moins très instables, comme l'acide argentocyanhydrique.

» Les différents cyanures doubles se distinguent donc les uns des autres moins par la différence de leur arrangement moléculaire que par une stabilité plus au moins grande.

» Ces résultats sont une éclatante confirmation des vues développées par M. Berthelot au cours de ses recherches sur les sels doubles. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action de l'eau sur l'aldéhyde formique : application au rôle de cette substance dans les végétaux.* Note de M. **Marcel Delépine.**

« C'est en voulant obtenir une solution d'aldéhyde formique pure, par dissolution du trioxyméthylène dans l'eau en tubes scellés, que j'ai été conduit à l'étude que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie.

» Je fis cette expérience en chauffant, pendant six heures, à 130°-140°, en tube scellé, le trioxyméthylène pur avec son poids d'eau. Le tube, à l'ouverture, contenait sous pression un gaz renfermant une forte dose d'acide carbonique; la liqueur possédait une réaction acide et n'avait pas précisément l'odeur de l'aldéhyde formique, mais une odeur éthérée rappelant le méthylal et l'éther formique :

» Pour exagérer le phénomène, trois chauffes consécutives de chacune six heures furent effectuées à 200°, sur 5gr de trioxyméthylène et 5gr d'eau. Après chaque chauffe, le tube était ouvert sous le mercure, pour recueillir les gaz formés et les analyser; on prenait aussi le titre d'acidité évalué en acide formique par centimètre cube. On a ainsi obtenu en tout : 700cc de CO^2, 29cc de CO, et constaté la disparition absolue de l'oxygène.

» La nature de l'acide formé a été établie au moyen de la liqueur résultant de la chauffe de 10gr de $(CH^2O)^3$ dans 15cc d'eau à 200° pendant six heures. L'acidité montra qu'il s'était formé 3gr,1 d'acide formique; c'est une richesse suffisante pour que l'addition d'une solution saturée d'acétate de plomb détermine directement la précipitation du formiate de plomb. Trouvé : Pb 69,59 pour 100 au lieu de 69,66 pour $(CHO^2)^2Pb$.

» Ce résultat peut s'interpréter facilement : l'eau agissant *seule* sur l'aldéhyde formique donne de l'acide formique et de l'alcool méthylique

$$(1) \qquad 2CH^2O + H^2O = CH^2O^2 + CH^4O.$$

» L'acide carbonique provient d'une réaction plus profonde :

$$(2) \qquad 3CH^2O + H^2O = CO^2 + 2CH^4O.$$

» Cette équation montre que, par rapport à l'acide formique dosé, il doit y avoir un excès d'alcool méthylique; c'est ce qu'on a pu vérifier grossièrement par la transformation de l'alcool existant en iodure de méthyle.

» L'oxyde de carbone provient *secondairement* de l'action de la chaleur sur l'acide formique engendré d'après la première équation : en chauffant à 200°, dans un tube placé à côté des premiers, 3gr d'acide formique et 10gr d'eau, on a obtenu un dégage-

ment de gaz ainsi composé, en centièmes : CO, 41,7; O, 12,2; Az, 46,1; CO^2, zéro. Le calcul indique que l'oxygène doit se retrouver dans la proportion de 12,25 pour 100, c'est-à-dire que la disparition de ce gaz dans la chauffe avec le trioxyméthylène est exclusivement due à l'aldéhyde formique. L'absence de l'acide carbonique montre que l'acide formique n'est en rien la cause de la formation du gaz carbonique dans les expériences précédentes; ce dernier gaz est donc uniquement dû à un dédoublement *singulier* de l'aldéhyde formique.

» L'absorption de l'oxygène ne s'effectue pas du tout à la température ordinaire, ni à l'obscurité, ni au soleil.

» Il m'a semblé curieux de constater ces propriétés si singulières de l'aldéhyde formique, propriétés qui la mettent pour ainsi dire à part dans la série des aldéhydes. Autrefois, Tollens (1) avait bien signalé que la magnésie, de 130° à 220°, dédoublait ce corps en formiate et alcool méthylique. Fistchenko (2) avait remarqué que les hydracides donnaient lieu à la formation d'acide formique et d'un éther méthylique, mais l'action de l'eau *seule* n'avait pas été étudiée, ni surtout cette décomposition en acide carbonique et alcool méthylique.

» Ces faits me paraissent surtout dignes d'intérêt, si l'on veut bien se rappeler que l'aldéhyde formique est considérée comme le premier terme de l'assimilation du carbone chez les végétaux chlorophyllés. En supposant que les réactions ci-dessus, faites chimiquement à haute température, se passent physiologiquement à la température ordinaire dans le végétal, on peut en tirer de nombreuses conséquences.

» C'est, à ajouter aux transformations déjà admises pour l'aldéhyde méthylique, une nouvelle destinée de cette aldéhyde, permettant de concevoir pourquoi cet élément est si difficile à constater, étant apte à de multiples transformations.

» On peut, par le dédoublement en acide formique et alcool méthylique, expliquer la présence de ces deux corps dans les végétaux; on voit, de plus, comment l'acide formique peut exister libre, étant formé par l'action de l'eau sans qu'une base soit nécessaire.

» Par la décomposition en acide carbonique et alcool méthylique, on voit que la présence de ce dernier, presque universelle dans les feuilles vertes, d'après M. Maquenne, n'est pas forcément corrélative de celle de l'acide formique. Mais la conséquence la plus importante sans contredit, c'est l'*apport d'un excès d'hydrogène avec élimination des éléments de l'acide*

(1) *D. Ch. G.*, t. IC, p. 917.
(2) *Bull. Soc. ch.*, t. XLI, p. 258.

carbonique. En effet, du système $3(C + H^2O)$ on passe au suivant : $CO^{2\rightarrow} + 2(\underline{C + H^2O} + H^2)$, c'est-à-dire que le végétal a retenu, par rapport aux éléments d'un hydrate de carbone, un excès d'hydrogène que l'analyse a révélé dans toutes les plantes. C'est peut-être dans cette équation qu'il faut chercher la solution du problème posé en ces termes par M. Schlœsing (1) : « Ne semble-t-il pas que, pour expliquer l'excès d'hydro-
» gène dans la plante entière, la manière la plus simple est d'admettre
» que, au cours des réactions internes entre les corps assimilés, il se pro-
» duit quelque corps volatil plus riche en oxygène qu'en hydrogène, que la
» plante élimine. Il est raisonnable de penser que ce corps est simplement
» l'acide carbonique; on doit trouver que CO^2 total exhalé l'emporte en
» volume sur l'oxygène emprunté à l'air fixé ». Il suffit de supposer que ces réactions internes suivent l'assimilation de très près ou l'accompagnent. Dès lors, le phénomène assimilateur se passe partiellement suivant les équations successives

$$3(CO^2 + H^2O) + H^2O = 3CH^2O + H^2O + 3O^2 = CO^2 + 2CH^4O + 3O^2$$

ou, au total,

$$2CO^2(4\text{ vol.}) + 4H^2O = 2CH^4O + 3O^2(6\text{ vol.}).$$

» La différence avec l'hypothèse de M. Schlœsing, bien que le mécanisme soit celui qu'il avait prévu, c'est qu'en définitive le corps oxydé en question est un excès d'oxygène exhalé, par rapport à celui que contient l'acide carbonique assimilé; c'est ce que constatèrent MM. Bonnier et Mangin (2).

» Une autre conséquence encore, c'est que l'alcool méthylique peut n'être pas mis en liberté; naissant, il doit posséder une aptitude exceptionnelle à la méthylation et s'introduire du même coup dans des molécules plus ou moins complexes. La Chimie en a des exemples : Plöchl (3) a fait voir que l'aldéhyde formique réagit (à chaud) sur les sels ammoniacaux, en les changeant en méthylamines avec dégagement de CO^2; une telle réaction est possible dans les végétaux à méthylamines et, peut-être, en se faisant sur des corps azotés plus complexes que les sels de l'ammoniaque, donne-t-elle naissance à certaines bases qu'on y rencontre. »

---

(1) *Comptes rendus*, t. C, p. 1237.
(2) *Ibid.*, t. C, p. 1303; 1519.
(3) *D. Ch. G.*, t. XXI, p. 2117.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Réduction de l'aldéhyde crotonique.* Note de M. E. CHARON, présentée par M. Friedel.

« J'ai réduit cette aldéhyde par le couple zinc-cuivre, en appliquant la méthode de MM. Gladstone et Tribe, ainsi que M. Griner (¹) l'a déjà fait pour l'acroléine. La réduction de l'aldéhyde crotonique a été étudiée antérieurement par MM. Lieben et Zeisel (²). Ces auteurs l'ont opérée à l'aide du fer et de l'acide acétique, espérant ainsi ne pas saturer complètement la double liaison. Ils obtinrent, en effet, un mélange d'alcool butylique, d'aldéhyde butylique normale et d'alcool crotonylique. Le rendement en dérivé non saturé est mauvais, et, de plus, il est très difficile de le séparer de l'alcool butylique bouillant à 116°, l'alcool crotonylique bouillant, d'après ces auteurs, à 117°-120°. Je citerai aussi leurs expériences sur la réduction du chloral crotonique dans les mêmes conditions (³).

» La méthode au couple zinc-cuivre m'a donné des résultats tout à fait différents. Quelle que soit la portion de l'aldéhyde réduite, celle passant de 98° à 104° ou celle de 104° à 110°, les résultats sont identiques et confirment les faits démontrés par l'oxydation (⁴).

» Voici comment j'ai opéré : Une solution renfermant environ 10 pour 100 d'aldéhyde crotonique est versée sur du couple zinc-cuivre fraîchement préparé. Pour réduire 120^{gr} d'aldéhyde, on emploie le couplé formé avec 120^{gr} de feuilles de zinc, et l'on ajoute au mélange en plusieurs fois ou d'un seul coup 200^{gr} d'acide acétique.

» Le dégagement d'hydrogène dans ces conditions est faible, beaucoup moins vif que si le couple fonctionnait en présence d'acide acétique seul. Du jour au lendemain tout le zinc est dissous. La solution a perdu toute odeur d'aldéhyde crotonique, la réduction est complètement terminée. Il ne s'est séparé que des traces de matières résineuses, 2 à 3 pour 100 au plus de la quantité d'aldéhyde réduite. On filtre à la trompe pour séparer du cuivre pulvérulent et l'on épuise à l'éther la liqueur filtrée parfaitement claire et incolore. Le premier épuisement enlève plus de la moitié du produit mis en réaction. Je me suis assuré que 4 épuisements effectués avec une quantité d'éther égale au quart du volume de solution à épuiser et une bonne agitation mécanique suffisent pour séparer complètement les produits de la réaction. Le résidu aqueux ne renferme plus que de l'éther, de l'eau et de l'acétate de zinc.

» L'éther est distillé de préférence dans un appareil muni d'un tube Le Bel à cinq

---

(¹) GRINER, *Thèse*, p. 65; 1891.

(²) LIEBEN et ZEISEL, *Monatshefte*, t. I, p. 823.

(³) LIEBEN et ZEISEL, *Monatshefte*, t. I, p. 840.

(⁴) CHARON, *Comptes rendus*, t. CXXII, p. 533.

boules. Si l'on distille sans cette précaution un des produits de la réaction peut être entraîné par l'éther.

» On a d'ailleurs plusieurs litres d'éther à distiller pour 100^{gr} de matière réduite.

» Le résidu de la distillation de l'éther est ensuite distillé dans le vide. On sépare tout ce qui passe avant 110°-115°, sous 2^{cm} à 3^{cm}, en recueillant dans un ballon réfrigérant bien refroidi. On a ainsi deux portions : une partie A, passant avant 110°-115° dans le vide, et une portion B à point d'ébullition supérieur. Comme la liqueur à épuiser renfermait de l'acide acétique en excès, une partie de cet acide est passée dans le produit de l'épuisement. Primitivement, je l'enlevais en traitant ce produit par le carbonate de potasse sec; je n'ai pas tardé à constater qu'ainsi on polymérisait inévitablement une partie du produit constituant la fraction B. Lorsque l'on opère, comme je l'ai dit plus haut, B est à peine coloré en jaune et entièrement débarrassé d'acide acétique. Si l'on distille cette portion dans un bon vide, on obtient un liquide incolore passant à 121°-122°, sous 9^{mm}. Il reste dans le ballon un produit épais, visqueux, en quantité peu considérable. On obtient un rendement de 50 à 60 pour 100 en produit distillant dans le vide. La quantité de résine, dans une opération bien conduite, atteint à peine 5 pour 100.

» La partie A est débarrassée d'acide acétique et partiellement desséchée par le carbonate de potasse. On la distille ensuite dans un appareil muni d'un tube Le Bel à cinq boules. Il passe une petite quantité de liquide vers 75°, puis le point d'ébullition monte peu à peu jusqu'à 100°. A 100°, il y a un nouveau point d'arrêt et le thermomètre monte ensuite progressivement jusqu'à 122°. Si l'on sépare la partie passant vers 75°, qu'on la sèche et distille de nouveau, on reconnaît qu'elle est exclusivement composée d'aldéhyde butylique normale. La quantité d'aldéhyde formée atteint de 1 à 2 pour 100 au plus du poids de l'aldéhyde crotonique mise en œuvre. Aussi, si, dans la séparation de l'éther et du produit d'épuisement, on ne prend pas la précaution d'enlever l'éther avec un tube à boules, l'aldéhyde butylique est entraînée et sa présence passe inaperçue. La partie passant vers 100° et au-dessus est de nouveau traitée par le carbonate de potasse. Une série de traitements et de distillations donne un liquide passant de 110° à 122°, que le carbonate de potasse ne dessèche pas complètement, quel que soit le temps de contact. Le rendement est d'environ 25 pour 100. On n'obtient un produit donnant de bons chiffres à l'analyse qu'en le distillant sur la chaux vive ou sur la baryte, et c'est toujours aux dépens d'une grande partie du corps qui se combine à l'alcali en donnant une masse poisseuse incristallisable.

» Le corps ainsi obtenu bout à 122°-123° à la pression ordinaire; comme tous les alcools, il est difficile de l'obtenir anhydre. D'odeur légèrement piquante, il a une densité de 0,8726 à 0°. Il fixe la quantité théorique de brome, les dernières portions fort lentement. Les acides l'éthérifient en donnant des dérivés sur l'étude desquels je reviendrai prochainement.

» Un produit passant à 122°-123° m'a donné à l'analyse :

	Pour 100.	Théorie.
C........................	66,03	66,66
H........................	11,16	11,11

» La densité de vapeur prise par la méthode de M. V. Meyer conduit bien à la formule $CH^3 - CH = CH - CH^2OH$.

» Je ferai observer que ce corps bout à 122° et non à 117°-120° comme l'ont indiqué MM. Lieben et Zeisel qui n'ont eu, sans doute, entre les mains qu'un mélange d'alcools crotonylique et butylique.

» Le produit bouillant à 120°-122° sous 9^{mm} de pression est un liquide incolore de densité = 0,9833 à 0°, d'odeur peu agréable, jaunissant rapidement à l'air en prenant une odeur piquante. Il fixe le brome et donne une diacétine. Soumis à l'analyse il m'a donné les résultats suivants :

	I.	II.	Théorie.
C.................	67,01	67,02	67,60
H.................	10,20	10,14	9,86

» Ce qui conduit à lui attribuer la formule

$$CH^3 - CH = CH - CHOH - CHOH - CH = CH - CH^3,$$

d'après laquelle c'est un glycol diéthylénique, pinacone de l'aldéhyde crotonique.

» La détermination cryoscopique de son poids moléculaire s'accorde également avec cette formule.

» Je discuterai ces résultats dans une prochaine Communication [1]. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Dosage rapide de l'acide carbonique dans l'air et les milieux confinés*. Note de M. **Henriet** [2], présentée par M. Schützenberger.

« Nous recherchons l'acide carbonique dans l'air et dans les milieux confinés, à l'aide d'un dispositif qui nous permet un dosage très rapide et très exact. La réaction sur laquelle nous nous appuyons est la suivante :

» En ajoutant de l'acide sulfurique à une solution de carbonate de potasse neutre, colorée en rouge par une goutte de phénolphtaléine, la coloration disparaît au moment où la moitié de l'acide carbonique du carbonate s'est fixée sur le carbonate non décomposé en le transformant en bicarbonate. Cette décoloration est d'une grande netteté, si l'on a soin, vers la fin de l'opération, de ne verser l'acide que goutte à goutte.

(1) Travail fait au laboratoire de M. Friedel à la Sorbonne.

(2) Ce travail a été fait au laboratoire de Chimie de l'observatoire de Montsouris.

» Si nous absorbons par de la potasse l'acide carbonique contenu dans un volume connu d'air, il suffira de titrer un égal volume de la liqueur de potasse employée, pour que la différence des lectures multipliée par deux corresponde exactement à l'acide carbonique retenu. On voit que le résultat est indépendant du carbonate qu'une liqueur de potasse renferme toujours, puisque dans le liquide repère et dans le liquide carbonaté, le carbonate préexistant est décomposé par le même volume acide et qu'on ne tient compte que de la différence des lectures.

» Trois essais sur des atmosphères artificielles de 6^{lit} environ ont donné les nombres suivants :

CO^2 introduit.	CO^2 trouvé.	Différence en fraction de volume.
$2,400^{cc}$	$2,430^{cc}$	$\frac{1}{80}$
4,431	4,407	$\frac{1}{185}$
5,596	5,594	$\frac{1}{2800}$

» Si l'on rapporte le volume gazeux à 100me d'air, on voit que l'erreur est de

Pour 40^{lit} CO^2....................	$0,5^{lit}$
74 CO^2....................	0,4
92 CO^2....................	0,0

» Elle paraît indépendante du volume gazeux et correspond, dans la lecture de l'acide versé, à une demi-goutte du liquide titré.

» Le prélèvement se fait dans un ballon de verre résistant, d'une contenance de 6^{lit} environ, fermé par un bouchon de caoutchouc traversé par un tube à brome, plongeant de quelques centimètres seulement dans le col du ballon, et par un second tube coudé à angle droit et muni d'un robinet.

» Pour prélever l'échantillon d'air, on peut faire le vide dans le ballon au moyen d'une trompe. On peut encore remplir d'eau le ballon et le vider au moment de la prise, mais, dans ce cas, il conviendra, après avoir fait écouler l'eau, de laver le ballon à l'eau distillée et de le laisser égoutter aussi complètement que possible.

» Quel que soit le moyen adopté, le ballon étant bouché, on attendra que l'équilibre de température libre soit établi entre l'intérieur et l'extérieur : à ce moment seulement on fermera le robinet du tube coudé et l'on notera la température.

» Le ballon ramené au laboratoire, on introduit dans le tube à brome 2^{cc} d'éther et 15^{cc} d'une solution pure de potasse (8^{gr} par litre) colorée par une goutte de phénolphtaléine, l'éther surnageant protégeant la potasse contre l'acide carbonique de l'air extérieur. Tandis que le ballon refroidit sous un courant d'eau, on introduit la potasse jusqu'à la couche d'éther; on lave à plusieurs reprises le tube à brome avec de l'eau bouillie exempte d'acide carbonique, en introduisant chaque fois l'eau dans le ballon. Quand le liquide, coloré de plus en plus faiblement par la phénolphtaléine est devenu absolument incolore, on agite le liquide du ballon en lui imprimant un mouvement de

balancement, ce qui permet même de mouiller les parois du col. Nous laissons le contact durant une heure, en agitant à plusieurs reprises. L'absorption est complète.

» On ouvre ensuite le robinet du tube coudé; l'air légèrement comprimé s'échappe. C'est alors qu'on verse l'acide titré (dont 1^{cc} équivaut à $0^{cc},5$ d'acide carbonique) jusqu'à décoloration complète, sans craindre l'influence de l'acide carbonique de l'air extérieur, puisque le ballon est plein d'air décarbonaté. »

ANATOMIE ANIMALE. — *Terminaison des nerfs sensitifs musculaires sur les faisceaux striés.* Note de M. Charles Rouget, présentée par M. Marey.

« Au cours de mes recherches sur les terminaisons des nerfs moteurs chez les Batraciens, communiquées à l'Académie en 1893, l'imprégnation de muscles vivants par le bleu de méthylène m'a permis de constater également l'existence de terminaisons des nerfs sensitifs musculaires, appliquées sur les faisceaux striés, mais extérieures au sarcolemme (*épilemmatiques*), tandis que les terminaisons motrices sont en contact immédiat (*hypolemmatiques*) avec la substance contractile. Ces deux ordres de terminaisons spéciales n'occupent pas les mêmes régions du faisceau strié, mais les plans différents où elles sont situées sont séparés par un si minime intervalle qu'on peut observer et photographier simultanément, comme le montrent les photographies ci-jointes, les terminaisons motrices et les terminaisons sensitives. Les différences qui les caractérisent sont nettement tranchées; les terminaisons sensitives ne montrent jamais l'accroissement subit de diamètre et l'enroulement ou les inflexions du filament axile caractéristiques des terminaisons motrices. Elles présentent, au contraire, le type du mode de terminaison connu des nerfs sensitifs de la cornée, de la peau, etc.

» De plus, tandis que les terminaisons motrices sont toujours dirigées parallèlement à l'axe des faisceaux striés, les terminaisons sensitives sont couchées obliquement ou transversalement à la surface des faisceaux; tandis que chaque faisceau strié est muni d'une ou plusieurs terminaisons motrices, les terminaisons sensitives sont beaucoup plus rares et disséminées, à intervalles assez éloignés. Bien qu'on puisse observer quelques-unes de ces dernières, à la surface externe du muscle pectoral cutané, la plus grande partie se trouve à la surface profonde, au voisinage du ramuscule nerveux du muscle, dans la région même où sont concentrées les terminaisons motrices.

» J'ai pu démontrer ces terminaisons motrices, dans les deux dernières

leçons de mon cours au Muséum, en 1892, à l'aide de projections de clichés photographiques de mes préparations, ne provenant pas seulement du muscle pectoral cutané ; j'ai observé, en effet, ces terminaisons sensitives également dans des muscles minces de l'abdomen et les muscles mylohyoïdien et hyo-glosses, etc. Ce sont donc bien des nerfs sensitifs en contact médiat avec les éléments contractiles, qui complètent, par l'intermédiaire du faisceau musculaire, le *cercle nerveux* admis hypothétiquement par *Charles Bell*, constitué de telle façon que, si un nerf transmet l'influence du cerveau (?) au muscle, un autre communique au cerveau l'état du muscle. »

PHYSIOLOGIE ANIMALE. — *Sur le rôle du circuit électroneuro-musculaire ;* Note de M. E. **Solvay**, présentée par M. Marey.

« Bruxelles, le 7 juillet 1896.

» Dans une Communication adressée à l'Académie le 8 juin 1896, M. Charles Henry [1] apporte un argument nouveau en faveur d'une hypothèse que j'ai formulée en 1893, relativement à l'existence d'un circuit électroneuro-musculaire, comparable à celui d'une pile dont l'énergie serait fournie par les oxydations interstitielles siégeant principalement dans les muscles.

» L'auteur considère « le cycle formé par le centre moteur supposé cortical, la moelle, le nerf moteur, les muscles fléchisseurs de la main, le nerf sensitif, la moelle et le cerveau » comme un circuit de pile auquel il applique les lois connues du transport de l'énergie dans les piles à réophores métalliques : *cela mène à envisager le nerf comme un conducteur par lequel passerait la totalité du courant provenant de la pile.*

» C'est là « un principe évidemment simplificateur », suivant l'expression de M. Charles Henry, qui se présente naturellement à l'esprit une fois que l'on a admis l'existence de la pile physiologique ; et il ne semble pas illogique d'admettre que les conditions pourraient en être réalisées, mais par voie d'*odogenèse* [2], chez les organismes rudimentaires.

(1) Ch. Henry, *Sur une relation de l'énergie musculaire avec la sensibilité et sur les lois des variations de cette énergie en fonction du temps.*

(2) J'ai désigné sous ce nom le phénomène de la création de voies de conduction au sein des tissus mêmes dans lesquels se produit l'oxydation (*Du rôle de l'électricité dans les phénomènes de la vie animale,* par E. Solvay, p. 33. Bruxelles, 1893).

» Mais, à mon avis, dans le cycle électroneuro-musculaire, la totalité de l'énergie produite ne traverserait pas la totalité du circuit; le tissu musculaire se serait évolutivement adapté à consommer directement lui-même la presque intégralité de l'énergie qu'il produit : « Les nerfs », ai-je dit dans l'énoncé de ma théorie (1893), « recueillent une partie » de l'électricité due à l'appareil électrogène » (muscle) « et la transpor- » tent en des points où elle réapparaît sous la même forme ou trans- » formée (1)... Les grandes voies du réseau nerveux ne serviraient plus, » en dernière analyse, qu'à transporter la quantité d'énergie nécessaire à » l'accomplissement des fonctions d'excitation et, dans les conditions que » nous venons de préciser, tout se passerait comme si la totalité de » l'énergie produite dans l'appareil électrogène circulait en réalité dans » le réseau nerveux tout entier (2). »

» En effet, si l'on examine quelle doit être la quantité d'énergie produite par le travail musculaire, on trouve qu'elle dépasse considérablement la capacité de la conduction électrique du circuit; elle la dépasserait encore alors même que, contrairement à tout ce que les expériences actuelles nous enseignent, la résistance des nerfs serait aussi faible que celle d'un fil de cuivre.

» D'ailleurs, si la totalité de l'énergie produite par les oxydations interstitielles passait sous forme d'électricité dans les nerfs, ceux-ci seraient le siège de courants décelables par l'exploration téléphonique, ou par d'autres moyens de démonstration sommaires; enfin le passage de tels courants amènerait une élévation de température dans les conducteurs nerveux.

» Les résultats des recherches faites depuis plusieurs années à l'Institut Solvay m'autorisent à dire qu'il n'en est pas ainsi : non seulement aucun courant n'est décelable par l'induction téléphonique, mais, de plus, il a été prouvé que, « chez le lapin comme chez la grenouille, la transmission » d'une excitation normale, centripète ou centrifuge, dans un nerf nor- » mal, *in situ,* ne s'accompagne d'aucune variation appréciable de tempé- » rature, dans les limites de 0°,0006 C. (3) ».

» Les relations que M. Ch. Henry met en lumière, entre l'énergie musculaire, la sensibilité et le temps, me paraissent ne pas dépendre de la proportion de l'énergie totale produite qui parcourt réellement le cycle élec-

---

(1) *Loc. cit.,* p. 18.

(2) *Ibid.,* p. 24.

(3) De Boeck, *Contribution à l'étude de la physiologie du nerf,* p. 34. Bruxelles, 1893, chez Lamertin.

troneuro-musculaire, et devoir subsister au cas où les choses se passeraient ainsi que je viens de l'indiquer. »

PHYSIOLOGIE ANIMALE. — *Évaporation cutanée chez le lapin. Modifications sous l'influence de l'excitant électrique.* Note de M. **Lecercle.**

« En suivant la méthode indiquée dans ma précédente Communication, j'ai recherché l'influence des divers modes d'électrisation sur l'évaporation cutanée. Pour la galvanisation, j'ai utilisé le courant continu de l'usine centrale de Montpellier : lecourant est pris pendant la journée sur une batterie d'accumulateurs; il a donc toutes les propriétés du courant continu des piles.

» L'animal était immobilisé deux heures avant l'expérience.

» Les électrodes étaient des plaques métalliques rectangulaires, recouvertes de peau de daim. Deux, de 24^{cq}, étaient réunies ensemble et à un des pôles de la pile. On les disposait à la racine des cuisses. Une troisième électrode de 20^{cq}, rattachée au deuxième pôle, était sur la région lombaire. Une continuité aussi parfaite que possible entre la peau et les électrodes était assurée par des éponges bien imbibées d'eau. Nous nous proposions, en disposant ainsi nos électrodes, d'agir sur les sciatiques et sur les centres sudoraux de la moelle.

» L'animal attaché, nous attendions au moins deux heures avant de commencer nos expériences, afin que les températures rectale et cutanée fussent bien stationnaires.

» Nous déterminions d'abord la quantité de vapeur d'eau éliminée pendant dix minutes sans faire passer le courant; puis, nous cherchions la quantité de vapeur d'eau produite également pendant dix minutes, l'animal étant soumis successivement à des courants de 10 M.A., 20 M.A., 30 M.A. En raison du temps nécessaire pour la dessiccation de la cloche et la pesée, il s'écoulait au moins une demi-heure d'une galvanisation à l'autre. Enfin, après les expériences sans courant, nous faisions une nouvelle détermination.

» La différence de potentiel entre les électrodes a varié de 4 ou 5 volts pour une intensité de 10 M. A. Elle croissait très sensiblement proportionnellement à l'intensité du courant.

» Nous rapportons ici deux séries d'expériences :

Lap n : 3^{kgr},300.

Température					Poids		
extérieure.	rectale.	cutanée.	Intensité du courant.	Volume d'air.	de la vapeur d'eau contenue dans l'air.	total.	Différence.
				lit	mgr	mgr	mgr
14,3...........	36,4	33,4	sans courant.	3,56	24	32	8
»	36,4	33,7	10 M. A. ascendant.	4,4	31	45	14

Température					Poids		
extérieure.	rectale.	cutanée.	Intensité du courant.	Volume d'air.	de la vapeur d'eau contenue dans l'air.	total.	Différence.
				lit	mgr	mgr	mgr
14,3...........	36,3	34,2	20 M. A. ascendant.	3,21	22	43	21
»	35,7	33,8	30 M. A. ascendant.	3,69	26	40	14
½ heure après...	36,4	33,4	sans courant.	3,58	25	55	30
15,3...........	36,6	33,6	sans courant.	3,66	30	40	10
»	36,4	34,4	10 M. A. descendant.	3,92	32	50	18
»	36,3	33,8	20 M. A. descendant.	3,56	29	48	19
»	36	33,7	30 M. A. descendant.	3,82	31	50	19
½ heure après...	30,3	34,2	sans courant.	4,18	34	58	24
			Femelle : 2^kgr, 840.				
14,6...........	39,2	37,1	sans courant.	3,5	25	34	6
»	39,4	35,8	10 M. A. ascendant.	3,89	27	45	13
»	39,4	35,9	20 M. A. ascendant.	3,6	26	48	22
»	39,3	35,8	30 M. A. ascendant.	4,45	31	65	34
¾ d'heure après..	39,6	36,8	sans courant.	4	28	50	22
14,8...........	39	37,1	sans courant.	3,08	25	29	4
»	38,9	36,9	10 M. A. descendant.	3,75	30	45	15
»	37,7	36,4	20 M. A. descendant.	3,21	26	58	32
»	38,3	37,1	30 M. A. descendant.	3,73	30	52	22
½ heure après...	38,2	37,6	sans courant.	4,28	33	68	35

Moyennes.

Lapin.		Femelle.	
	mgr		mgr
Sans courant...........	9	Sans courant.........	6,5
10 M. A...............	16	10 M. A.............	15,5
20 M. A...............	20	20 M. A.............	27
30 M. A...............	20	30 M. A.............	27
Après l'expérience......	27	Après l'expérience....	28

» La galvanisation augmente donc, d'une façon certaine, l'évaporation cutanée chez le lapin. La considération des moyennes montre que l'évaporation augmente en même temps que l'intensité, jusqu'à un maximum qui n'est pas dépassé. Après le passage du courant, l'excitation imprimée aux organes glandulaires se poursuit, et l'évaporation est même plus grande en moyenne que pendant le passage du courant. L'expérience clinique montre bien que l'action de l'électrode persiste après la séance de galvanisation. Il nous paraît intéressant de signaler un phénomène physiologique qui établit cette prolongation des modifications imprimées à l'activité cellulaire.

» La lecture des températures montre aussi que, en même temps que l'évaporation cutanée se poursuit, il y a relèvement des températures soit centrale, soit cutanée. »

GÉOLOGIE. — *Sur la succession des faunes du Lias supérieur et du Bajocien dans les environs de Luçon (Vendée).* Note de MM. **Chartron** et **Welsch**, présentée par M. Marcel Bertrand.

« Le Toarcien est représenté par des marnes bleuâtres alternant avec des bancs de calcaires marneux; l'épaisseur ne dépasse pas 10^m. Cet étage forme une ligne d'affleurement entre la *plaine* de Luçon et le massif ancien de Vendée.

» 1° Zone dite a *Leptæna*. — Près de Mervent, à la Jamonière, on trouve les couches de passage du Lias moyen au Lias supérieur, reposant directement sur les gros bancs de calcaire jaunâtre de la partie supérieure du Lias moyen. Ce sont des marnes argileuses et sableuses, épaisses de quelques centimètres, qui renferment des Brachiopodes spéciaux, du genre *Thecidella*, fixés sur *Ostrea ocreata* Desl., avec *Ostrea monoptera* Desl., accompagnés d'espèces voisines du genre *Suessia*, et de formes du Lias moyen, comme *Spiriferina rostrata* Zieten, *Rhynchonella tetraedra* Sow., *Terebratula cornuta* Sow., *Pecten textorius* Schl., *Hinnites Davœi* Dum., *Harpax pectinoides* Lk., *Belemnites Bruguieri* d'Orb. On trouve, avec ces fossiles, des Ammonites du Lias supérieur, voisines de *Dactyloceras annulatum* Sow.

La découverte des couches à *Thécidées* est intéressante, pour l'ouest de la France.

» 2° Zone a *Ammonites falcifer*. — A la Jamonière, on voit un niveau de *Harpoceras falciferum* Sow., à $0^m,40$ au-dessus des couches à *Ostrea* et *Thecidella*, avec des Ammonites du genre *Cœloceras*, comme A. *crassus*, Phillips.

» On retrouve cette zone sur la route nouvelle de Péault à Beaulieu et à Mareuil, dans la partie inférieure de la tranchée, où son épaisseur atteint 2^m. Elle existe aussi au Coteau, commune de Bessay; à l'Orbrie, près Fontenay-le-Comte, etc.

» 3° Zone a *Ammonites bifrons*. — La tranchée de la route de Péault à Beaulieu montre cette zone sur une épaisseur de 3^m environ, avec de nombreuses variétés de

Hildoceras bifrons Brug., *Hildoceras Levisoni* Simpson, *Dactyloceras commune* Sow., *D. Holandrei* d'Orb. et formes voisines. On trouve, en grande abondance, de petits exemplaires ferrugineux aplatis dans les marnes et des individus calcaires plus grands dans les bancs durs.

» A la partie supérieure de la zone, la même tranchée montre *Harpoceras subplanatum* Oppel (*A. complanatus* d'Orb.).

» La même zone existe à la Jamonière, où la partie supérieure montre le passage à la zone suivante, avec une forme spéciale très aplatie de l'*Ammonites bifrons* et des espèces du genre *Lillia*.

» Les assises précédentes ne montrent jamais d'oolithes ferrugineuses, comme dans le détroit du Poitou.

» 4° Zone a *A. variabilis*. — Les couches à *Haugia variabilis* d'Orb. et *Haugia jugosa* Sow. affleurent en divers points : à la Jamonière, au nord-ouest de Luçon, entre Champ-Saint-Père et la Thibaudière, plus bas que les couches à *Grammoceras toarcense* d'Orb.

» 5° Zone a *Am. toarcensis*. — On trouve en divers points les Ammonites ferrugineuses de cette zone, comme à la Frise, près Corps, au nord de Luçon, par exemple, *Lioceras cumulatum* Hyatt, *A. bicarinatus* Ziet. Dans les environs de Bessay, on a *Grammoceras fallaciosum* Bayle, var. *Bingmanni* Denck.

» Les individus calcaires se rencontrent en divers points, au nord de Luçon jusque vers Saint-Cyr en Talmondais et à Chantonnay; c'est *Grammoceras toarcense* d'Orb. type, *Gr. Lœmanni* Dum., *Gr. fallaciosum* var. *Cotteswoldiæ* S. Buck.; *Gr. quadratum* Haug, avec une forme très voisine de *Lillia robusta* Denck.

» A la partie supérieure de ce niveau paléontologique, à Saint-Cyr en Talmondais et au Bernard, on trouve *Polyplectus discoides* Zieten avec une *Dumortieria* voisine de *subundulata*, et *Amm. dispansus* Lycette. Ces fossiles sont phosphatés et annoncent la zone suivante.

» 6° Zone a *Dumortiera* et *Catulloceras*. — Ce niveau paléontologique se montre en divers points, et constitue au Bernard un beau gisement de fossiles blancs phosphatés, le plus souvent lisses à la surface. On y trouve *Dumortieria radians* Rein., avec la variété *rhodanica* Haug, *Dum. costula* Rein. et var. *Munieri* Haug, *Catulloceras Dumortieri* Thioll., d'autres *Catulloceras* et des *Hudlestonia* d'une détermination difficile parce qu'ils sont incomplets, avec un *Phylloceras* et d'autres Ammonites d'espèces nouvelles.

» 7° Zone a *Amm. aalense*. — Près de la Frise, on trouve des calcaires marneux bleuâtres renfermant de nombreuses Ammonites aplaties, comme *Grammoceras mactra* Dum., *Gr. aalense* Ziet. Quelquefois, on trouve à ce niveau des Ammonites ferrugineuses, telles que *Grammoceras subcomptum* Branco et *Dumortieria sabundulata* Br., var. *externe-compta*.

» 8° Zone a *Amm. opalinus*. — Au-dessus des marnes grises, il y a un banc de calcaire marneux jaunâtre, quelquefois légèrement bleuté, renfermant *Lioceras opalinum* Rein. type, comme à la Frise et sur la route de Péault à Lavaud, etc., et la var. *comptum* Rein. à l'Épine dans le bassin de Chantonnay.

» Bajocien. — Le passage est insensible du Toarcien au Bajocien, par un banc de calcaire marneux jaunâtre qu'il est difficile de subdiviser.

» 1° Zone a *Amm. Murchisonæ.* — Elle est très mal représentée par le banc calcaire dont je viens de parler, avec *Tmetoceras scissum* Ben. et des Mollusques perforants voisins des Lithodomes, analogues à ceux qui existent au même niveau à Nanteuil-en-Vallée (Charente). A la Frise, ces Lithodomes passent dans la zone suivante.

» Au même niveau, à Chantonnay, on trouve un *Hammatoceras* voisin de *H. Sieboldi* Oppel, avec région externe élargie.

» Nous n'avons pas trouvé, à ce niveau, les fossiles silicifiés du détroit Poitevin.

» 2° Zone a *Amm. concavus.* — Au-dessus du banc précédent, commence un débit marneux pétri d'oolithes ferrugineuses, qui passent dans le banc suivant. Ce dernier renferme quelques Ammonites du genre *Ludwigia*, comme *Lud. rudis* S. Buck. et surtout un grand nombre de *Lioceras concavum* Sow. et variétés diverses, avec des *Sonninia*. Ces dernières sont voisines des formes décrites sous les noms de *Amm. Mayeri, A. adicrus, A. acanthodes, A. magnispinatus*, etc., etc.

» Cette zone est assez épaisse et contient de nombreuses Bélemnites en mauvais état. A la partie supérieure, dans des couches encore oolithiques, on trouve *Sphæroceras Brocchi* Sow.

» 3° Zone a *Amm. Sauzei.* — Au-dessus du niveau précédent, à la Frise et à Chantonnay, on trouve une bande de calcaire jaunâtre friable, avec fossiles phosphatés à teinte grise, comme *Sphæroceras Sauzei* d'Orb., *Sonninia propinquam* Bayle, *Sonninia sulcata* S. Buck., etc. avec une forme voisine de *Pœcilomorphus cycloides* d'Orb. et d'autres espèces du genre *Sonninia*.

» 4° Zone a *Amm. Blagdeni.* — A la Frise, dans le délit supérieur au banc qui constitue la zone précédente, existent de petits individus de *Cœloceras Blagdeni* Sow. avec des formes voisines de *Amm. Humphriesi*, comme *Cœloceras subcoronatum* Oppel.

» 5° Zone a *Amm. Garanti.* — A la Frise, près Corps, on trouve les calcaires à *Oppelia subradiata* Sow., au-dessus du niveau précédent. Mais la zone est surtout développée dans le bassin de Chantonnay, où les fossiles sont remplis de matière grise phosphatée ; on y trouve *Cosmoceras Garanti* d'Orb., *Perisphinctes Martinsi* d'Orb., *Per. Davidsoni* S. Buck, *Strigoceras Truellei* d'Orb., *Amm. Parkinsoni*, var. *rarecostata* S. Buck., avec des *Sphæroceras* voisins de *Gervillei* Sow. et de *Brongniarti* Sow.

» En général, toutes les assises du Bajocien sont remarquablement minces, l'épaisseur totale ne dépasse pas quelques mètres.

» Le banc pourri de Sainte-Pezenne (Niort), qui appartient à l'étage Bathonien, n'est pas connu auprès de Luçon ; mais on trouve *Amm. zigzag* d'Orb., près des Magnils. »

MINÉRALOGIE. — *Sur les cristaux de topaze du royaume de Pérak.* Note de MM. **A. Lacroix** et **Sol**, présentée par M. Fouqué.

« Bien que la *topaze* soit un des satellites les plus habituels de la cassitérite, elle n'a pas été encore signalée dans les grands gisements stannifères de la presqu'île de Malacca. Le but de cette Note est de donner une description succincte de remarquables cristaux de topaze, découverts par l'un de nous au cours d'une récente exploration en Extrême-Orient.

» Nos cristaux proviennent du district de Batang Padang dans le royaume de Pérak. Les alluvions stannifères y abondent au pied du massif montagneux (*micaschistes granulitisés*) que longe le Soungei Bileh, affluent du Tjenderiang. On y recueille des blocs de *granulite*, de *micaschiste*, de *quartz*, de la *cassitérite*, de la *muscovite*, de la *lépidolite* rose, un peu d'*or natif* et enfin la *topaze*.

» Les cristaux de topaze du Tjenderiang sont absolument incolores et parfaitement transparents : leurs dimensions varient de 1^{cm} à $3^{cm},5$; ils sont souvent roulés, leurs faces sont alors ternes; cependant le nombre des cristaux intacts est assez grand pour que l'on puisse supposer que leur lieu d'origine est peu éloigné de celui où ils sont recueillis.

» Les formes observées sur nos cristaux sont assez nombreuses; elles sont toutes représentées sur un cristal de 1^{cm} à faces brillantes, qui a fourni de très bonnes mesures : ces formes sont les suivantes :

$$p(001);\quad m(110),\quad g^3(120),\quad g^{\frac{7}{3}}(250),\quad g^1(010);\quad a^1(101),$$
$$e^1(011),\quad e^{\frac{1}{2}}(021);\quad b^{\frac{3}{2}}(113),\quad b^1(112),\quad b^{\frac{1}{2}}(111);\quad e_{\frac{1}{3}}(123);$$
$$\omega = \left(b^1 b^{\frac{1}{3}} g^{\frac{1}{2}}\right)(122);$$

les deux dernières pyramides sont moins fréquentes que les autres formes.

» Les cristaux sont très variés d'aspect : dans la zone verticale, $g^3(120)$ prend généralement un plus grand développement que $m(110)$; suivant les cristaux, ce sont les pyramides $b^{\frac{3}{2}}$, b^2, $b^{\frac{1}{2}}$, ou les clinodomes e^1, $e^{\frac{1}{2}}$, qui sont le plus développées dans le pointement, alors que, parfois, toutes ces faces ont sensiblement la même importance. Enfin, l'existence d'une large base ou son absence achèvent de donner aux cristaux leur caractéristique différentielle.

» Quelques-uns des cristaux, largement basés, offrent la plus grande analogie de forme avec ceux d'Alabaska, près Mursinsk, alors que ceux

dans lesquels il n'existe pas de base et dans lesquels toutes les faces du pointement sont très développées ressemblent davantage aux célèbres cristaux de l'Ilmen, dont ils possèdent la limpidité.

» L'écartement des axes optiques a été mesuré sur une lame de clivage $p(001)$

$$2E = 115^\circ 30' \text{ (sodium)}.$$

Les inclusions à liquide facilement volatilisable par la chaleur sont fréquentes dans les cristaux un peu troubles. Enfin, dans un cristal très limpide, nous avons observé des inclusions aciculaires de cassitérite.

» En résumé, par la beauté et l'abondance de ses cristaux, les alluvions du Tjenderiang méritent d'être comptées parmi les plus remarquables gisements de topaze. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Sur le dosage du gluten dans les farines.* Note de M. **Balland.**

« Ayant été chargé de l'analyse des produits fournis par divers systèmes de mouture, mis en essais par l'administration de la Guerre en 1894 et 1895, j'ai constaté que le poids du gluten dans les farines des divers passages n'était pas en rapport constant avec leur teneur en azote total. Ce fait, qui est général, ressort bien, en particulier, de l'examen des produits énumérés plus loin. Il s'agit de farines obtenues, d'une part, à l'aide de meules métalliques horizontales (système Arveng-Dausset) et, d'autre part, avec les meules ordinaires (mouture militaire réglementaire). Le même blé, employé dans les deux cas, renfermait 11,76 pour 100 de matières azotées. Le gluten a été retiré par le même opérateur, suivant le procédé habituel, en se plaçant aussi exactement que possible dans les mêmes conditions d'expérience :

I. — *Mouture sur blé tendre avec un seul broyeur de* 0m,65 *de diamètre.*

		Rendement pour 100 de blé nettoyé.	Matières azotées pour 100 de farine.	Gluten humide pour 100 de farine.	Gluten humide calculé pour 10 de matières azotées.
1er passage.	farine fleur 1re	19,50	11,07	32,00	28,90
	» fleur 2e	17,30	11,87	33,70	28,38
Remoutures	farine des 1er et 2e gruaux.	27,00	11,87	33,70	28,38
	» des 3e et 4e gruaux.	11,20	11,96	15,40	12,87
		75,00			

II. — *Mouture militaire réglementaire sur le même blé.*

		Rendement pour 100 de blé nettoyé.	Matières azotées pour 100 de farine.	Gluten humide pour 100 de farine.	Gluten humide calculé pour 10 de matières azotées.
1er passage.	farine fleur	70	11,08	30,30	27,34
Remoutures	farine des 1ers gruaux.	6	11,96	22,50	18,81
	» des 2e gruaux..	4	13,33	non extractible	»
		80			

» Au cours d'une mouture, à mesure qu'on s'éloigne de la farine fleur, on voit les matières azotées totales aller en augmentant, tandis que la proportion du gluten va en diminuant, par rapport au poids de ces matières. Les particules de son, retenues dans les basses farines, provoquent la fuite du gluten pendant le lavage. Elles entravent même absolument son extraction dans des produits panifiables qui en renferment beaucoup, comme on peut le constater en traitant ces produits par l'acide acétique dilué, en décantant le liquide et en saturant l'acide par le bicarbonate de soude, de façon à mettre en liberté le gluten en dissolution.

» Des farines ayant la même teneur en azote donnent donc, par les procédés ordinaires, des quantités de gluten différentes suivant leur taux de blutage ou leur mode de mouture, c'est-à-dire suivant les débris de son qu'elles retiennent [1]. Le dosage du gluten, qui fournit de précieuses indications sur la qualité d'une farine, est, dès lors, insuffisant pour permettre d'apprécier comparativement les matières azotées contenues dans les farines et, par suite, leur valeur nutritive. »

M. le Dr **R. Vigouroux** adresse une Note sur le traitement des maladies par ralentissement de la nutrition (rhumatisme chronique, goutte, diabète, etc.) par les courants de haute fréquence.

A l'occasion d'une Communication récente de M. d'Arsonval, l'auteur fait remarquer que l'efficacité de l'électricité statique, dans le traitement de ces maladies, a souvent été constatée. Il reproduit, entre autres cita-

---

(1) Le son agit, à la fois, mécaniquement et physiologiquement par les ferments qu'il renferme. Ces ferments, comme je l'ai montré autrefois, possèdent la propriété de fluidifier le gluten.

tions, l'observation d'un cas de diabète, traité par lui, et publié en 1893 dans un Ouvrage portant pour titre : *Neurasténie et Arthritisme*. Ce cas paraît présenter la plus grande analogie avec celui qui est rapporté par M. d'Arsonval, et n'en différer que par des chiffres plus exceptionnellement élevés.

« Il s'agit d'un homme de 30 ans, atteint de paraplégie et de diabète, que j'ai traité à la Salpêtrière en 1888. Le volume de l'urine dépassait 16^{lit} et la quantité de sucre 1260^{gr} par vingt-quatre heures. Après trois mois de traitement par l'électrisation statique, *sans autre médication*, et à raison de trois séances par semaine, la paraplégie avait disparu, l'état général et l'aspect étaient grandement améliorée, et les chiffres de l'urine et du sucre réduits à 4^{lit} et 300^{gr} respectivement, c'est-à-dire au quart de la valeur primitive.

» Le nombre de séances se trouve avoir été le même que dans le cas de M. d'Arsonval, où elles étaient quotidiennes. L'histoire de ce malade est consignée, au point de vue de la paraplégie, dans les leçons du professeur Charcot. »

L'auteur fait, en outre, des réserves sur la substitution des courants de Tesla, dans le traitement des maladies par ralentissement de la circulation, à l'électricité statique; l'application de ces courants, dont les propriétés physiologiques sont encore peu connues, ne paraît pas exempte de danger, particulièrement lorsque ces maladies sont accompagnées de lésions du cœur et des gros vaisseaux, comme il arrive fréquemment.

M. **Bouffé** adresse une Note sur les résultats fournis par l'*orchitine*, en injections graduées, dans le traitement de la lèpre.

La séance est levée à 4 heures un quart. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 13 juillet 1896.

Journal de Mathématiques pures et appliquées, fondé et publié jusqu'en 1874 par M. J. Liouville, publié de 1875 à 1884 par M. H. Resal. Cinquième série, publiée par M. Camille Jordan, avec la collaboration de MM. Lévy, A. Mannheim, E. Picard, H. Poincaré et H. Resal. Tome deuxième. Année 1896. Fasc. n° 2. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1896; in-4°.

Les alcaloïdes des quinquinas, par M. E. Léger, Pharmacien en chef de l'hôpital Beaujon, etc., avec une Préface de M. E. Jungfleisch, Professeur de Chimie à l'École supérieure de Pharmacie de Paris, etc. Paris, 1896; 1 vol. gr. in-8°. (Présenté par M. Henri Moissan.)

Mémoires de la Société zoologique de France, pour l'année 1895. Tome VIII. Paris, 1895; 1 vol. gr. in-8°.

Mémoires de la Société nationale d'Agriculture, Sciences et Arts d'Angers. Quatrième série. Tome IX (année 1895). Angers, Lachèse et Cie; 1896; 1 vol. in-8°.

Bulletin des séances de la Société nationale d'Agriculture de France. Compte rendu mensuel, rédigé par le Secrétaire perpétuel. Année 1896. N° 5. Paris, Chamerot et Renouard, 1896; 1 fasc. in-8°.

Statistique sanitaire des villes de France et d'Algérie pendant l'année 1893. (8e année). Melun, 1896; 1 vol. gr. in-8°.

Recueil de Médecine vétérinaire. VIIIe série. 30 juin 1896. Paris, Asselin et Houzeau; 1 fasc. in-8°.

Revue scientifique. 4e série. Tome VI. 11 juillet. Paris, Chamerot et Renouard, 1896; 1 fasc. in-4°.

Annales télégraphiques. Juillet-août 1895. Paris, Vve Ch. Dunod et P. Vicq; 1 fasc. in-8°.

Bulletin de la Société chimique de Paris. 5 juillet 1896. Paris, Masson et Cie, 1896; 1 fasc. in-8°.

ERRATA.

(Tome CXXII, séance du 26 mai 1896.)

Note de M. *A. Korkine,* Sur les équations différentielles ordinaires du premier ordre :

Page 1184, ligne 12, *au lieu de* $(w_k - v_n)^{m_n} = 0$, *lisez* $(w_k - v_n)^{m_n} = C_k$.